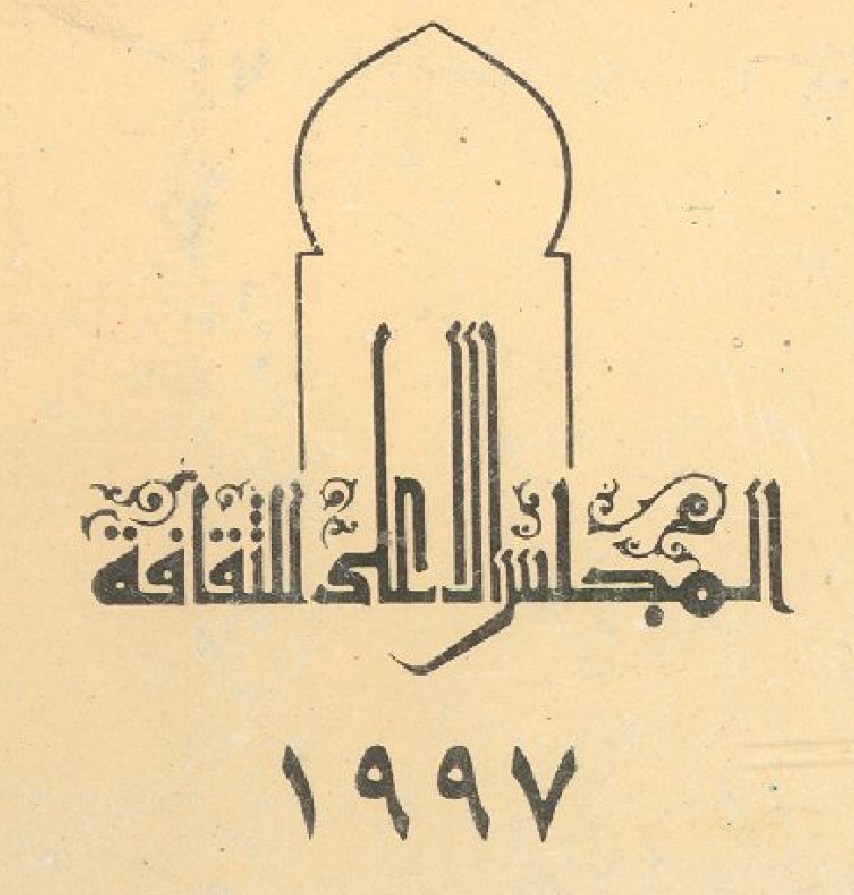
رحلة البيجل

الرحلة التى أرست قواعد البيولوجيا

سمير حنا صادق



١٩٩٧

اهداءات ١٩٩٩
المجلس الاعلي للثقافة
ج.م.ع

المجلس الأعلى للثقافة

رحلة البيجل

الرحلة التى أرست قواعد البيولوجيا

سمير حنا صادق



١٩٩٧

إهــــداء

إلى امــبــراطوريتى ـ امــبــراطورية «س»

إلى سامية، سها ، سامر ، سلمى وسهيل

وإلى العزيز رضا الذى أسعدنا بضم سها إليه

أهدى هذا الكتاب

مقـدمـــة

اكتسب العلم أهمية قصوى في النصف الثاني من القرن العشرين كمصدر للقوة والعزة، وكمنتج للرخاء والصحة، فأصبحت المعرفة العلمية قيمة هامة للإنسان العادي، وانشأت الدول المتقدمة المعاهد والمراكز الضخمة لمواصلة التقدم في العلوم الأساسية وفي التطبيقات التكنولوجية، وخصصت وسائل الإعلام في الدول المهتمة بسعادة ورفاهية أهلها محطات تليفزيون وجرائد لنشر المعرفة العلمية.

ولعل أكثر فروع العلوم أهمية للإنسان الآن هو علم البيولوچيا. فبعد أن حقق الإسنان طفرات هائلة في تعرفه على ما حوله في ميادين الفيزياء والفلك، أصبح من حقه في المعرفة أن يعرف مزيداً عن نفسه، والطريق إلى ذلك هو التفهم الأعمق لعلوم البيولوچيا.

ويعتقد جانب كبير من المفكرين أنه إذا كانت العقود الماضية هي عقود رقائق السيليكون Microchip التي يصنع منها الكمبيوتر والتي أدخلتنا فيما نطلق عليه اسم «عصر المعلومات»، فإن العقود المقبلة هي عقود الهندسة الوراثية Genetic engineering والبيولوچيا الجزئية Molecular biology والبيوتكنولوجي Biotechnology عموماً، وهي كلها ترتبط بعلم البيولوچيا.

ومنذ ما يزيد عن قرن، قدم داروين، بعد رحلة طويلة على سفينة الأبحاث «بيجل» تلتها دراسة مستفيضة لمدة عشرين عاماً، نظريته التي تجلعه، بما صنع للبيولوجيا، يعادل كبلر وجاليليو بما صنعوه للفلك، ونيوتن وأينشتين بما صنعوه للفيزياء.

ويقول ناعوم تشومسكي، عالم اللغويات المعروف في أحد أحدث كتبه «إن تقدم شعب من الشعوب يمكن أن يقاس بمدى تفهمه للتطور». ويقول ستيفن هوكنز، أهم علماء الفيزياء في العصر الحديث، في كتابه الرائع «تاريخ موجز للزمن» أنه «من المستحيل تفهم علم الفيزياء الآن دون أخذ تطور المخ البشري وخواصه الأساسية ومقدراته التي تكونت خلال ملايين السنين من الانتخاب الطبيعي بالاعتبار».

وتخصص أهم متاحف العالم، كمتحف التاريخ الطبيعي في كنزنجتون بلندن ومتحف سمثسونيان بواشنطن، قاعات ضخمة لشرح التطور البيولوجي وآلياته ومعانيه لملايين من رواد هذه المتاحف. إذ لم يعد التطور نظرية، فكل الدلائل تؤكده، ولم توجد ظاهرة واحدة تنفيه، وقد أصبح موضعه في العلم مثل كروية الأرض ودورانها حول نفسها وحول الشمس، وأصبح من يرفضه كمن يرفض هذه الحقائق.

وتكمن الأهمية التطور البيولوجي في أنه، إلى جانب قيمته العلمية المطلقة، يضع أساسًا؛ صلبا للعديد من العلوم الهامة اللازمة لرخاء البشر وسعادتهم وصحتهم : ففي مجال العلوم الطبية مثلاً لا يمكن أن نتفهم بعمق علوماً مثل علم التشريح Anatomy، أو علم الكيمياء الحيوية Biochemistry، أو علم وظائف الأعضاء Physiology، أو علم الأمراض Pathology، أو علم الوارثة Genetics بدون تفهم التطور البيولوجي. وتصدق هذه المقولة على العديد من العلوم الأخرى كعلم الاجتماع Sociology، وعلم اللغويات Linguistics، ناهيك عن علم الإنسان Anthropology.

وعلاوة على المحتوى العلمي للنظرية، فإنها تثبت مفهوماً هاماً بل خطيراً : وهو أن التطور المستمر أو التغير إلى الأفضل والأحسن والأكثر مواكبة للبيئة حقيقة واقعة لابد من التعايش معها.

ولقد بدأت نظرية التطور برحلة البيجل...

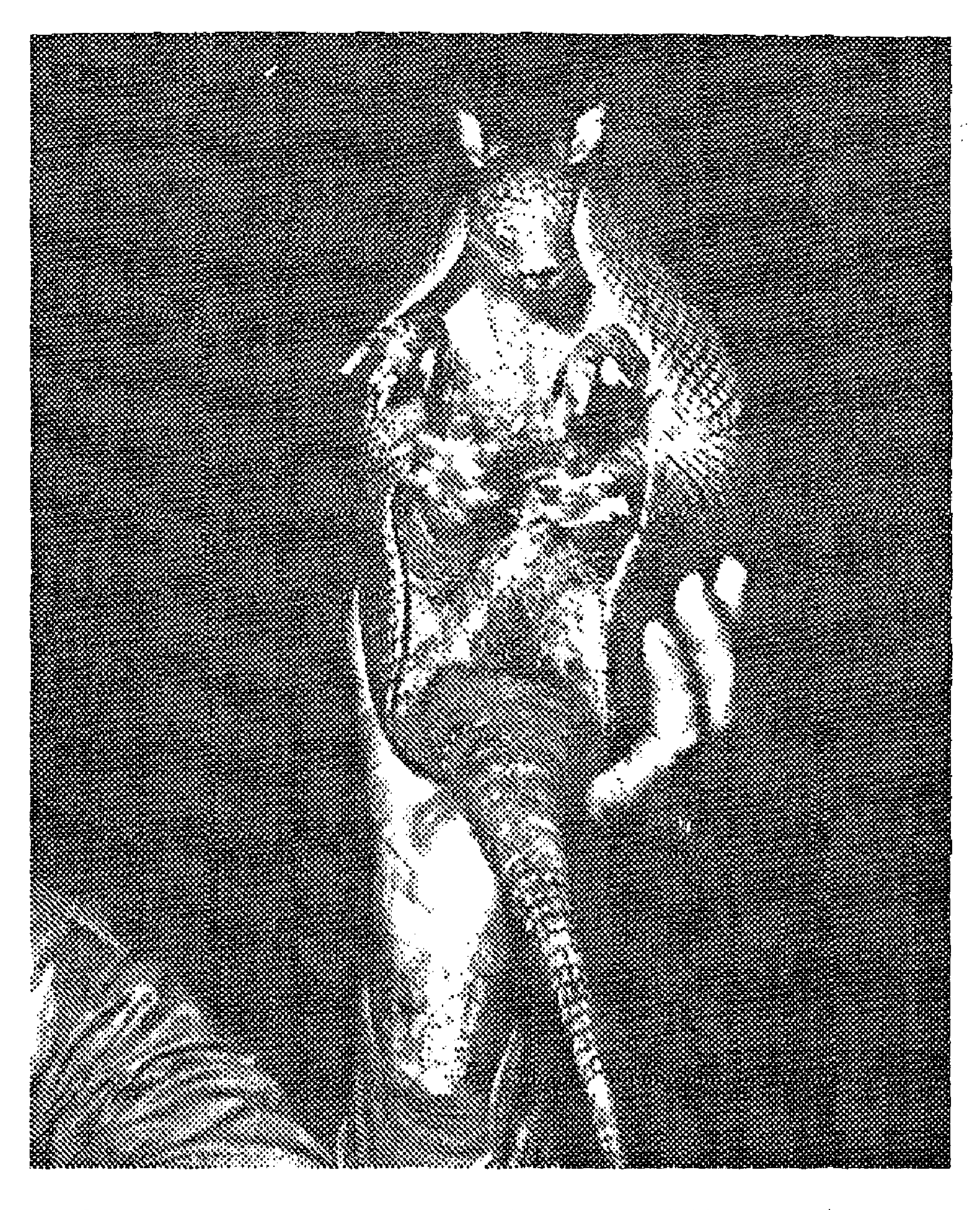
١ ـ صاحب النظرية ورحلته

ولد تشارلز روبرت داروين في إنجلترا في ١٢ فبراير ١٨٠٩. كان والده طبيباً معروفاً وكانت والدته من أسرة غنية. لم يكن تشارلز حتى سن السادسة عشر يبشر بأى نجاح مهنى، فقد كان، كما وصفه والده «يهوى الصيد ومطاردة الفئران والكلاب» وحاول والده إلحاقه بكلية الطب بأدنبره، ولكن تشارلز ترك أدنبرة بمجرد رؤية جثث الموتى وغرف العمليات. واتخذ والده قراراً بأن يصبح إبنه من رجال الدين، وأرسله إلى كامبريدج للحصول على المؤهل اللازم وأدى تشارلز واجبه نحو والده وأندمج فى الدراسة بغير حماس واجتاز الامتحانات اللازمة وحصل على المؤهل.

تعرف داروين فى أثناء دراسته بكامبريدج على العديد من علماء النبات والحيوان، وقرأ الكثير من الكتب فى هذه المواضيع.

وجاءت لداروين فرصة عمره : فقد تقدم للانضمام، كباحث بدون مرتب، إلى طاقم سفينة الأبحاث «بيجل» Beagle وقبل طلبه. وبعد اعتراض من والده، ووساطة من والدته وأسرتها، حصل داروين على موافقة مترددة من الوالد.

بدأت رحلة البيجل فى ٢٧ ديسمبر ١٨٣١. فى الجزء الأول من الرحلة قرأ داروين كتاباً لعالم الچيولوچيا لايل Lyell الشهير فى ذلك الوقت. كان لايل يحاول أن يثبت فى كتابه أن وديان وسهول الأرض قد نتجت عن الأمطار والرياح والزلازل والبراكين. وقد كانت هذه الحقائق العلمية البسيطة تدخل فى تلك الأيام فى مجال الكفر.



فى ١٦ يناير ١٨٣٢ رست البيجل فى ميناء «برايا» Praia فى جزر كيب فـرد Cape Verde Islands ورأى داروين فى هذه الجزر لأول مـرة فى حيـاته شجـر التـمر هندى والموز والنخيل. وعندما بدأ داروين فى دراسة چيولوچيا المنطقة، لاحظ فى أحد التلال المواجهة للبحر طبقة بيضاء ترتفع مئات الأمتار

عن سطح البحر وتمتد أميلاً عديدة. وعندما تفقد هذه الطبقة وجدها مليئة بالأصداف البحرية المماثلة للأصداف الموجودة فى قاع البحر في تلك المنطقة. وهكذا تأكد داروين بنفسه مما وصفه لايل في كتابه : وهو أن هذه المنطقة المرتفعة كانت في وقت من الأوقات غارقة فى قاع البحر. وثبت فى عقل داروين أن البيئة المحيطة فى حالة تغيير مستمر.

سارت البيجل فى طريقها إلى البرازيل وهى تسحب خلفها شبكة تجمع الحيوانات والنباتات البحرية التى كان داروين يضعها كل يوم محل دراسته المتعمقة. ويحفظ منها مئات النماذج لترسل لانجلترا لمزيد من الدراسة.

فى مجرى الأنهر فى الأرجنتين مر داروين بتجربة هامة: فقد اكتشف حفريات لحيوانات منقرضة. اكتشف أن أحدها (توكسودون Toxodon) يعادل الفيل حجما ويشابه الخرتيت في الأسنان ويماثل فرس النهر فى وضع الأذنين والعينين والأنف، مما يشير إلى أن هذا الحيوان كان يعيش فى الماء. واكتشف ايضا هياكل لحيوان ضخم يشابه الارماديلو Armadillo الحديث الصغير الحجم. واكتشف أيضا اسنانا لحصان مما يثبت أنه كان من حيوانات القارة ولكنه انقرض إلى أن وصل المستوطنون الاسبان بالحصان العربى. وكتب داروين فى مذكراته «أن هذه حقيقة مذهلة في تاريخ الثدييات: أن يثبت أن بعضها قد وجد ثم اندثر».

ووصلت السفينة إلى ميناء «تيرا ديل فويجو» Terra del Fuego قرب القطب الجنوبى ورست هناك. ووجد داروين فى هذه المناطق نوعا غريبا من البشر، يسير عاريا في مياه شديدة البرودة. وسجل فى مذكراته «أن هذا النوع من البشر مزود باستعداد بيولوجي لتحمل هذا العذاب». وبالفعل، ثبت فيما بعد ارتفاع معدل الايض (التمثيل الغذائي) عند هذا الجنس ليساعده على تحمل درجات الحرارة المنخفضة.

واكتسب داروين فى زيارته لجزر «جالاباجوس» Galapagos Islands كثيرا من المعلومات. فهذه الجزر معزولة تماما عن باقى القارات، ويتكون سطحها من صخور بركانية وهى قليلة النباتات. ووجد داروين فى هذه الجزر نوعا غريبا من السحالى لا يوجد مثيل له في أى مكان آخر، فقد كان حيوانا بحريا يعيش على

النباتات المائية. واكتشف أيضا نوعا ضخما من السلاحف التى يصل وزن بعضها إلى ما يزيد على مائة كيلو جرام، ووجد أن لكل جزيرة من الجزر سلاحفها الخاصة المميزة، ولعل اجمل اكتشافاته هو أنه فى الجزر التى لا توجد بها إلا نباتات مرتفعة فإن نوع السلاحف الموجود له فى ظهره الصلب (القصعة) فتحة فوق الرقبة تمكن الحيوان من رفع رأسه لقطف أوراق النباتات المرتفعة.

كان أكثر ما يقلق داروين هو طريقة وصول هذه النباتات والحيوانات إلى هذه الجزر البعيدة عن القارات الرئيسية، فقد زعم علماء النبات أن بذور النباتات لا يمكن أن تعيش فى الماء المالح لمدد طويلة. فأجرى داروين تجارب على بذور بوضعها فى ماء مالح بارد لمدد طويلة، ووجد أنها تنمو طبيعيا لو زرعت بعد ذلك، وبذلك اثبت امكان انتقال بذور النباتات مع تيارات المحيط. بل أنه أطعم بعض هذه البذور لاسماك واطعم الاسماك لبعض طيور مهاجرة، فوجد أن هذه البذور يمكن أن تزرع بعد نزولها فى فضلات هذه الطيور. كما لاحظ داروين ايضا أن أقدام الطيور المهاجرة عليها الكثير من الحشائش التى يعلق عليها أنواع من القواقع تهاجر معها من مكان إلى مكان. ولعل اجمل ما لاحظه داروين هو أنه يستحيل على الضفادع والثدييات اجتياز المحيطات بمثل هذه الطرق. وبالفعل، فإن هذه الجزر كانت خالية تماما من هذه الحيوانات.

فى ٢ أكتوبر ١٨٣٦ بعد رحلة دامت حوالى خمس سنوات عادت البيجل إلى شواطىء انجلترا. كانت مجموعات داروين من الحيوانات والنباتات والمذكرات قد سبقته إلى منزله، وكان سنه فى ذلك الوقت ٢٧ سنة، وعكف منذ وصوله على دراسة مجموعاته ومذكراته وبدأ يفكر فى نظريته التى أوقفت علم البيولوجيا على قدميه، واصدر كتابه «عن اصل الأنواع» On the Origin of Species بعد ما يزيد على عشرين عاما من الدراسة.

٢ـ النظريـــة

عكف داروين بعد عودته على دراسة ما جمعه فى رحلته من حفريات وهياكل ونماذج. وخلال دراسته لهيكل ضخم لآكل النمل Anteater لاحظ الشبه الواضح بين هذا الحيوان الضخم المندثر وبين آكل النمل الحديث المعاصر، فقد كان الحيوان المعاصر، نسخة طبق الأصل من الحيوان المنقرض. وسجل داروين فى مذكراته بعد ذلك بسنين عديدة أن هذه هى اللحظة التى واجه فيها فكرته الثورية. وأثناء كتابة ونشر يوميات «رحلة بيجل» لم يستطيع داروين أن يتجاهل التشابه العجيب بين الأنواع، ولهذا كان إصراره على تعبير «تغيير الأجناس» Transmutation of species كعنوان لمقالات عديدة قام بنشرها.

لم يكن داروين أول من افترض أصلاً واحداً للحياة : ففى القرن السادس قبل الميلاد، قال طاليس Thales بعد دراسته للحياة فى بحر ايجه أن «مياه البحر هى الأم التى نشأت منها كل أنواع الحياة». وقال زميله وصديقه أناكسمندر Anaximander أن «الحياة قد نشأت من الطين على شكل سمكة مزوده بأشواك خارجية». بل وقد افترض أرسطو أن الحياة قد بدأت بالنبات وتطورت إلى «النباتات الحيوانية» ثم الحيوانات ثم بخطوات متطورة وئيدة إلى الإنسان.

وخلال الثورة الفرنسية كان عالم الأحياء الفرنسى جان باتيست بيير أنطوان دى مونيه، فارس لامارك Jean-Baptiste Pierre Antoine de Chevalier de Lamarck Monet, (١٧٤٤ – و١٨٢٩) يقوم بدراسة الحيوانات اللافقرية ويحاول تقسيمها إلى فروع متجانسة. فاكتشف من دراساته التى امتدت إلى الفقريات، أن مظاهر الحياة تتطور تدريجياً من

نوع إلى نوع. وأصدر بيـاناً لأهل باريس بهذا المعنى. وافترض لامارك أن التغيير الذى ينتاب الأشكال المختلفة من الحياة ينتج مباشرة عن ضغوط البيئة. فالزرافة مثلا التى لا تجد غذاءها إلا فى أوراق الأشجار المرتفعة، تمتد رقبتها وتنتج صغاراً لهم رقبة طويلة، أى بمعنى آخر، **أن الخـواص المكتسبة يمكن توريثها**. وحسب هذا الوهم، فإنه من الممكن بعد قطع ذيل مئات من الأجيال من الفئران أن تنتج فئران بدون ذيل. وهذا طبعاً غير حقيقى، ونحن الساميون أدرى الناس بهذا، فرغم مئات الاجيال من عملية «ختان الذكور» لم ننجح فى إنتاج أطفال لا يحتاجون إلى هذه العملية!

كانت الأدلة على إمكان تغيير الحيوانات واضحة. فقد أوضحت الدراسة لداروين ما أمكن تغييره من أنواع الكلاب والماشية والنباتات، وإمكانية «احداث» تغيير في المملكة الحيوانية والنباتية. ولكن ما حيره هو كيفية حدوث ذلك فى الطبيعة. إلى أن خطرت له يوماً فكرة «الصراع». لم يكن داروين يقصد بالصراع صراع المخالب والأنياب فقط، إنما قصد صراع نبات على حافة الصحراء أو فى المناطق الثلجية الباردة للبقاء على قيد الحياة. وبدأ يعرض فكرته فى أوراق صغيرة ينشرها استعدادا لكتابه.

تأخر داروين فى نشر كتابه سنين عديدة، فقد اكتشف مثلا فى وقت ما أنواعاً من القواقع الدقيقة Barnacles تعيش فى شيلى لم تكن وصفت فيما قبل. وأدى دأبه فى البحث العلمى إلى العمل لمدة ثمان سنوات متواصلة درس فيها ما يقرب من عشرة آلاف من هذه القواقع قبل أن يفكر فى أن يجئ ذكرها فى كتابه.

وكان من الممكن أن يتأخر نشر كتابه أكثر من ذلك، ولكن فى عام ١٨٥٤ وصلته مقالة من صديق يعمل فى الملايو ويدعى الفريد رسل والاس-Alfred Rus sel Wallace بعنوان «عن اتجاه الأشكال المختلفة للحياة إلى التباعد المستمر عن النوع الأصلى» On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type واكتشف داروين أن والاس قد تمكن فى صفحات قليلة من تلخيص أهم ما وصل إليه هو فى دراساته المستفيضة التى استمرت طويلاً.

صعق داروين، وحاول البعض اقناعه بتأجيل نشر ورقة والاس إلى أن ينشر كتابه ولكنه قال إنه يفضل حرق كتابه على أن يفعل هذا العمل الدنئ. واتفق أهم العلماء فى ذلك الوقت على أن تقرأ ورقة والاس مع ورقة لداروين كان قد

نشرها في عام ١٨٤٤ (قبل عشر سنوات) يقدم فيها بعض أفكاره.

وفي محاولة لارضاء اصدقائه انتهى داروين سريعاً من كتابه «عن أصل الأنواع» On the origin of species ونشر الكتاب في نوفمبر ١٨٥٩ وأثار الكتاب زوبعة.

كانت نظرية داروين مبنية على حقائق واضحة لا جدال فيها وهي :

- **إن كل افراد الكائنات الحية تختلف عن بعضها البعض.** فلا يوجد إنسان مشابه للآخر تماماً ولا توجد يمامة أو ضفدعة أو بقرة مطابقة للأخرى تماماً.

- **إن كل الكائنات الحية تتكاثر بمتتابعة هندسية (٢ ٤ ٨ - ١٦-)**

- إنه رغم هذه القاعدة **فإن عدد افراد كل نوع من الانواع يبقى ثابتاً إلى حد ما.**

- إنه في ظل هذا التكاثر **هناك صراع على المكان والغذاء والبقاء.** وقد اطلق داروين على هذا الصراع اسم **«الانتخاب الطبيعي»** Natural selection ولكنه قبل أيضاً التعبير الذي أطلقه صديقه هربرت سبنسر Herbert Spencer **«البقاء للأصلح»** Survival of the fittest.

- إن هذا الانتخاب الطبيعي يؤدي إلى **«تراكم» الخواص الاكثر ملاءمة** للبيئة المحيطة، فإذا استمر لآلاف الملايين من السنين فإنه كفيل بإحداث التطور. وبعبارة أخرى، وبعودة إلى مثال الزرافة، فإن الزرافات تولد باختلافات ضئيلة في طول الرقبة، ولكن فرص اصحاب الرقبة الأطول في الغذاء والمعيشة وبالتالي في التكاثر أكبر. ومن هنا فتدريجياً وجيلاً بعد جيل خلال ملايين السنين، يتزايد طول الرقبة إلى أن يصل لما هو عليه الآن.

ومثال آخر : بخطأ صغير في احد الاحماض الامينية في الهيموجلوبين (المادة الحمراء الحاملة للأكسيجين في كرات الدم) ينتج نوعاً من هيموجلوبين يدعى هيموجلوبين S تتحول معه كرات الدم الحمراء من شكل القرص العادي إلى شكل المنجل في ظروف معينة وتفقد مرونتها وتصبح عبئاً على صاحبها. ورغم هذا العيب، فإن لهذا الهيموجلوبين ميزة هائلة، **فهو يقاوم مرض الملاريا،** وهكذا، ففي المناطق الموبوءة بالملاريا يصبح هذا الهيمجلوبين ميزة هامة. ، ويزداد عدد المصابين به.

وقد كان أشد ما اقنع داروين بنظريته هو ما رآه بعينه من تغيير في الاجناس صنعه الجنس البشري برغبته أو بالصدفة.

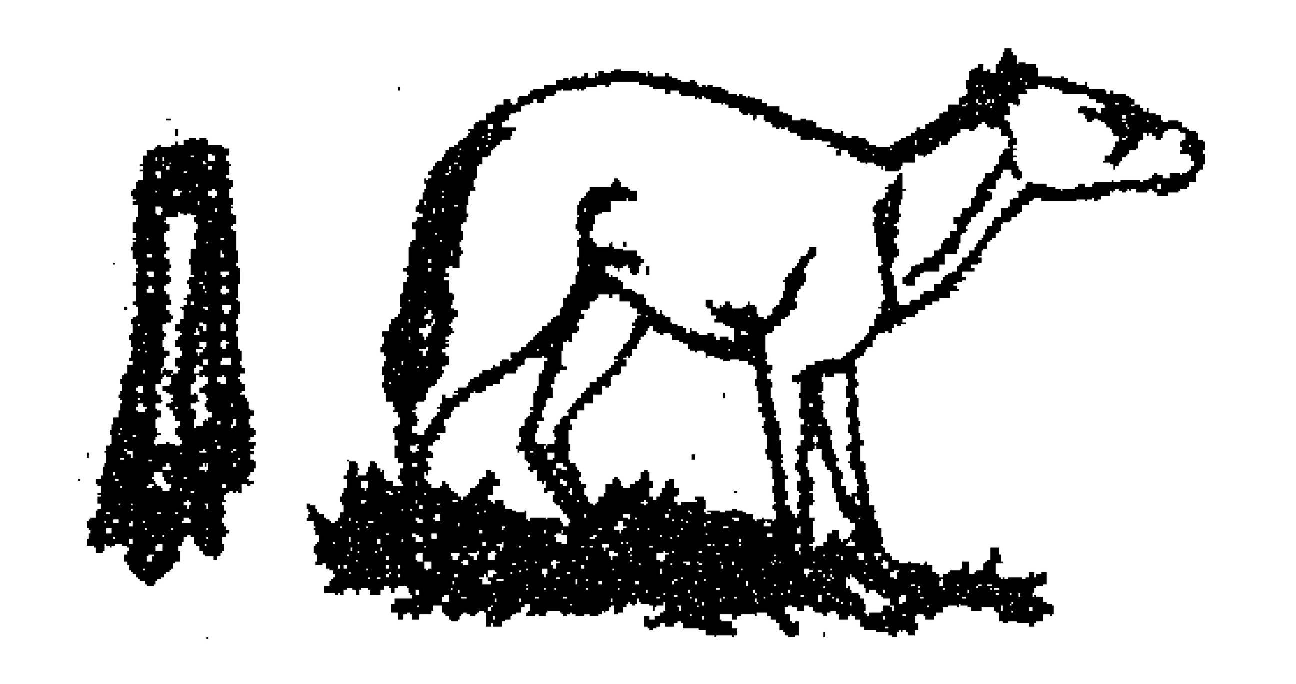
٣ ـ تأثير الانسان على الخواص الوراثية للاحياء الاخرى

كان من أهم ما بنى عليه داروين نظريته هو رؤيته لما فعل الإنسان بما حوله من الاحياء. فمثلما استعمل الإنسان الروافع قبل أن يكتشف العلم قوانينها، ومثلما قام بالتحنيط قبل أن يدرس علم الكيمياء، كذلك قام الإنسان بتغيير الخواص الوراثية لما حوله من أحياء قبل أن يعرف نظرية التطور أو علم الوراثة. فبرغبته وبتخطيطه أحياناً وبدونهما أحياناً أخرى، غير الإنسان الخواص الوراثية للعديد من النباتات والحيوانات.

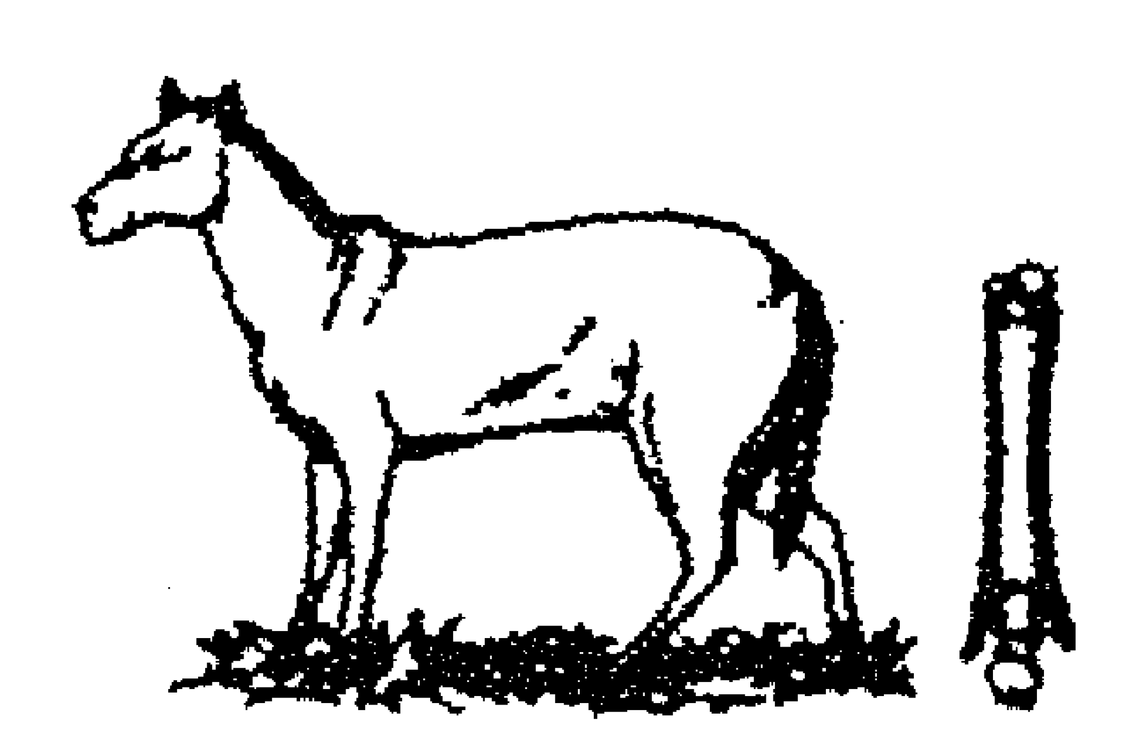
فقد نقل الإنسان الكثير من النباتات من مقرها الأصلى وغير خواصها المميزة إلى خواص تناسبه فى الأماكن الأخرى. لقد أخذ مثلا من قبائل الإنكا فى جبال الأنديز نباتا نشويا طوره إلى البطاطس التى نعرفها الآن. وأخذ بالمثل الفاصوليا من المكسيك والجزر من أفغانستان.

وقد لاحظ الإنسان أن بعض الحشائش البرية تنتج حبوبا لها قيمة غذائية كبيرة، فطور منذ سبعة آلاف سنة فى شرق آسيا أنواعاً منها، تمكن من زراعتها بالشتل زراعة مكثفة فى المناطق الغارقة بالمياه، وتمكن بذلك من إنتاج عدة محاصيل سنوية من الأرز. وفى الشرق الأوسط طور الشعير والقمح وأصبح الآن حوالى ألفى مليون من البشر يعتمدون على القمح الذى يزرع فى حوالى ١١ ٪ من الأرض المزروعة على سطح الكوكب لغذائهم.

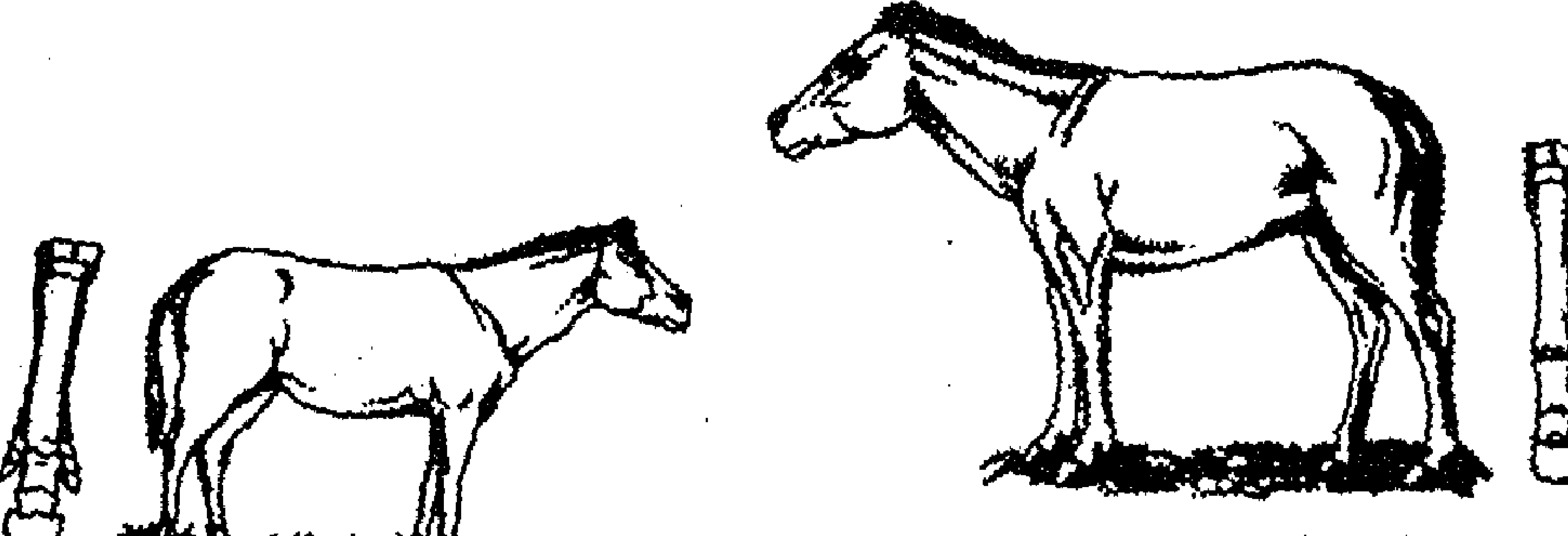
والقمح الذى يزرع زراعة مكثفة فى الشرق الأوسط يختلف تماماً عن تلك الحشائش التى كان الإنسان يجمع حبوبها، بل أن القمح الذى يزرع فى أوروبا وأمريكا يختلف عن قمح الشرق الأوسط. فقد طور العلماء هناك أنواعاً مرتفعة الساق حتى يمكن التعامل معها بآلات الحصد، وإنتاجها من السنابل أضعاف مثيلاتها من أنواع الشرق الأوسط. وقد ولدت هذه الأنواع بحيث تقاوم أمراض القمح مثل الصدأ أو العفن. ورغم أن هذه الأمراض تطور نفسها



الحصان منذ ٥٨ مليون سنة

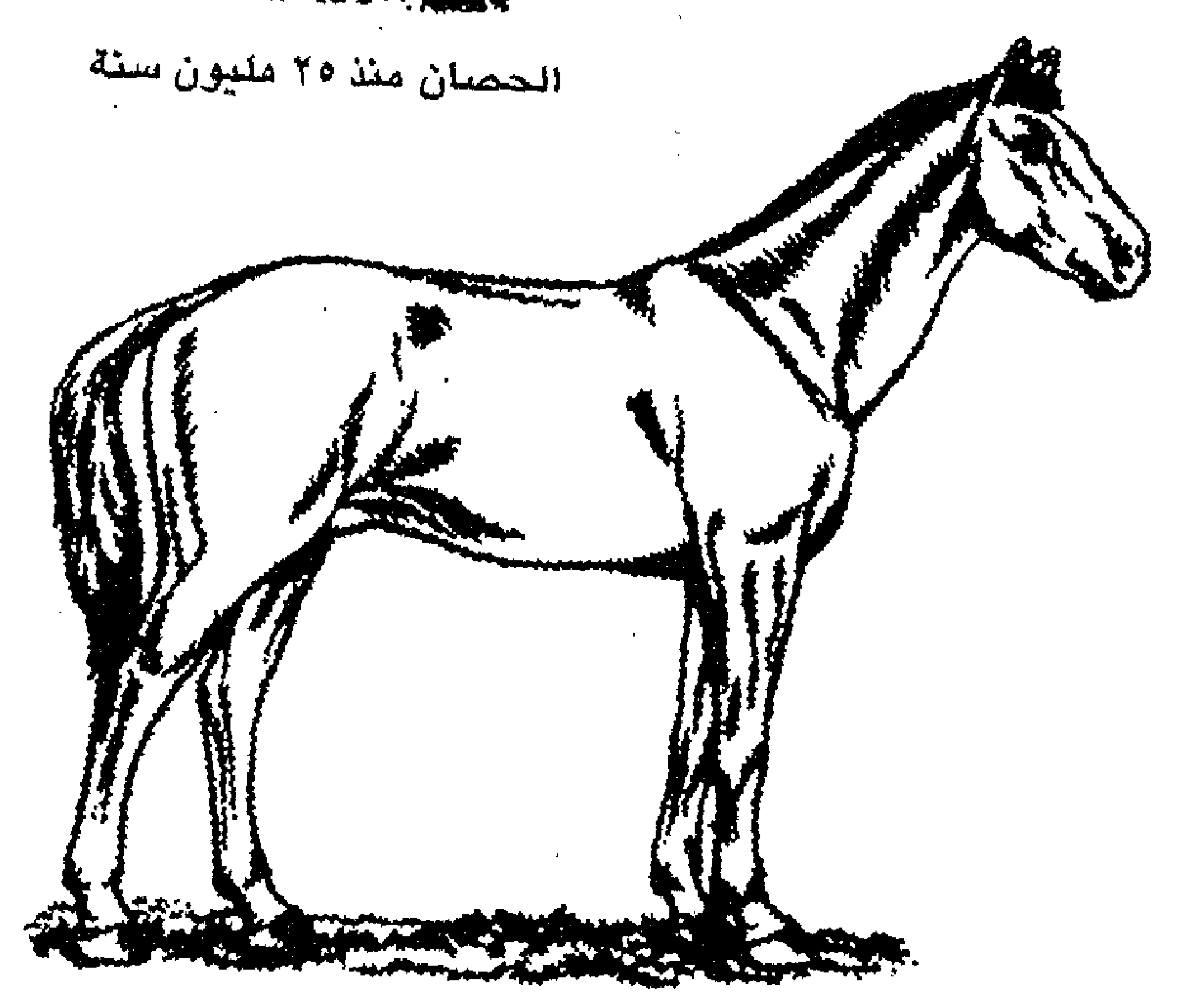


الحصان منذ ٣٦ مليون سنة



الحصان منذ ٢٥ مليون سنة

الحصان منذ ١٣ مليون سنة



الحصان منذ مليون سنة

بحيث يمكنها اصابة الأنواع الموجودة، إلا أن العلماء تغلبوا على هذا أيضاً بأن قاموا بتغيير الأنواع المزروعة من القمح مرة كل عشر سنوات حتى لا يصيبها الصدأ أو العفن.

وهكذا، بالعلم، أمكن زراعة ملايين الأطنان من الحبوب ذات القيمة الغذائية العالية.

ومثل ما فعل مع النبات، غير الإنسان برغبته وتخطيطه الكثير من الخواص الوراثية لما حوله من حيوانات. وقد كان من أهم ما حققه حديثاً في هذا المجال هو «استئناس» أو «تدجين» أنواع عديدة من الحيوانات البرية.

وأقرب مثال لعملية التدجين هذه هو ما جرى لحيوان الرنة Reindeer تدريجياً بنجاح. وحيوان الرنة البرى حيوان ذكى قوى يستطيع المعيشة فى ظروف البرد القاسية، ويستخرج غذاءه من بين الثلوج فى أشد الاحوال قسوة وبرودة، وله مزايا اقتصادية عديدة للإنسان. ويتم تدجين هذا الحيوان بانتقاء الذكور الشابة الهادئة لتلقيح إناث القطيع، أما الذكور العنيفة الهائجة الرافضة للتدجين ـ والتى كان لها فى الحياة البرية السبق والفوز فى عملية التلقيح ـ فإن الرعاة يقومون باخصائها، وهكذا يتم تحويل القطيع تدريجياً إلى قطيع هادئ مدجن.

وقد كانت الماعز من أقدم ما دجن من الحيوانات، حيث يعود تدجين هذه الحيوانات إلى ما قبل ٩٠٠٠ سنة. ودجنت بعدها باقى أنواع الماشية المختلفة والحصان والحمار والجمل.

وفى عصر الصناعة استكملت عملية التهجين بتخطيط علمي دقيق، فقطعان البقر ـ وجميعها قصيرة الارجل حيث لم تعد بحاجة للجرى ـ تربى حسب الغرض منها، بعضها لحلب اللبن وبعضها للحمها الممتاز. والديكة الرومية التى كانت برية فى أمريكا الوسطى أصبحت الآن تربى بالملايين فى مزارع خاصة على خط إنتاج سريع. والدجاج الذى كان يقطن غابات آسيا أصبح الآن ينتج فى كل بلاد العالم بخواص وراثية تغيرت تماماً عما كانت عليه. وسواء أكان الامر يتعلق بالبقر أو الديكة الرومية أو غيرهما من الحيوانات فإن التلقيح الطبيعى قد خرج تماما من العملية، والقاعدة هى عدم ترك الامور للصدفة، وذلك باستعمال التلقيح الصناعى باستعمال السوائل

المنوية لأجود الذكور المتاحة.

وهناك مثال آخر على تأثير الإنسان على ما حوله من أحياء :

ففى لندن ينتشر نوع خاص من الفراشات يختلف لونه بين الرمادى الفاتح والاسود. قبل عصر الصناعة كانت الفراشات المنتشرة هى الفاتحة اللون، بعد استعمال الفحم فى الصناعة والتدفئة، اختفى تقريباً النوع الرمادى الفاتح وانتشر الاسود، فقد أصبحت جدران المنازل نتيجة للدخان سوداء اللون وأصبحت الفراشات الرمادية النوع الواقفة عليها واضحة للطيور فتراها وتصيدها، أما السوداء فتختفى بلونها الأسود على الجدران. وعندما بطل استعمال الفحم وعاد للجدران لونها الطبيعى انقلبت الآية فاختفت الفراشات السوداء وعادت الفراشات فاتحة اللون إلى الانتشار.

وهكذا، وكما تتغير خواص الحيوانات بتأثير الصراع فى البيئة الطبيعية الذى يؤدى إلى بقاء الاصلح والتطور للأفضل، كذلك يغير الإنسان فى عصر العلم هذه الخواص باختياره ويطورها لكى تساعد فى جعل الحياة الإنسانية أكثر سعادة.

ولعل قصة «الساموراى والكابوريا» تمثل أجمل أدبيات نظرية التطور، إذ توضح القصة بصورة جذابة أثر الانتقاء الطبيعى Natural selection أو الانتقاء الصناعى Artificial selection فى تغيير الخواص الوراثية للأحياء.

فمنذ سنوات طويلة كان يحكم اليابان امبراطور صغير السن (٧ سنوات) يدعى انتوكو وكان يدين له بالولاء مجموعة من الساموراى (الامراء المقاتلين فى اليابان) تدعى الهايك Heike. وكان ينازعهم على قيادة اليابان مجموعة أخرى من الساموراى تدعى الجنكى Genki. قامت معركة بحرية دموية بين المجموعتين فى بحر اليابان أمام مقاطعة «دانو أورا» انتهت بتحطيم الامبراطور ومقاتليه من الساموراى الهايك غرقاً.

هذا عن الساموراى. فماذا عن الكابوريا ؟

يعيش فى بحار مقاطعة «دانو أورا» نوع من الكابوريا ذات لحم شهى يحب سكان المقاطعة أكله. وعلى ظهر هذه الكابوريا توجد نقوش ونتوءات عشوائية اكتسبتها خلال ملايين من السنين لتتخفى بها فى قاع البحر فتزيد

من فرص نجاتها من اعدائها الطبيعيين.

وقد انتشرت بعد معركة الساموراى أسطورة تزعم أن الساموراى الهايك يجوبون قاع بحار اليابان على شكل كابوريا فى إنتظار معركة الانتقام، ولذا فقد اعتاد صيادو الكابوريا، الذين كانوا موالين لساموراى الهايك، على فحص النقوش والنتوءات العشوائية الموجودة على ظهر ما يصطادون. فإذا وجدوا فيها أى تشابه بالوجه الآدمى، اعادوها إلى البحر فى الحال قبل موتها على اعتبار أنها أحد جنود الهايك.

وبهذا الانتقاء بدأت عملية تطويرية جديدة : فالكابوريا التى على ظهرها نتوءات تشبه وجه الساموراى أصبح لها فرصة أكبر لتعيش وتتناسل وتتكاثر، وكلما زاد التشابه العشوائى، كلما زادت فرص الحياة. أما الكابوريا التى لا يوجد على ظهرها مثل هذه النتوءات فإن فرصها أكثر للوصول إلى موائد المحبين للحم الكابوريا.

وهكذا، ومع مرور الاجيال، اجيال الصيادين واجيال الكابوريا، تكونت قبائل من هذا الحيوان تحمل على ظهرها نتوءات تشابه تماماً وجه جنود الساموراى، وسميت لذلك كابوريا الهايك. وكما يغير مربو الماشية والزراع بالانتقاء الصناعى المخطط الخواص الوراثية للغنم والماشية والقمح، غير صيادو دانو اورا فى اليابان بالانتقاء الصناعى غير المخطط الخواص الوراثية لكابوريا الهايك.

ولعله من المناسب الآن أن نتروى قليلاً ونحاول أن نتفهم الصورة العامة التى بناها داروين لتاريخ الحياة على كوكب الأرض.

٤ ـ خمسة عشر بليون سنة .. فى سنة

تقدم تليفزيونات العالم المتقدم برامج علمية رائعة، تهدف إلى توطيد أواصر الحب بين الإنسان والعالم المحيط به، بما فيه من كواكب ومجرات واحجار، ونباتات وحيوانات، كما تهدف إلى إثارة الفضول العلمى للشباب ودفعه إلى التساؤل والاستقصاء لمزيد من التفهم للعالم الذى يعيش فيه. ومن أروع ما قدمته التليفزيونات الغربية فى هذا المجال برنامج يدعى كوزموس Cosmos (الكون) قدمه عالم فلك أمريكى هام يدعى كارل ساجان Carl Sa-gan على حلقات تستغرق حوالى ١٢ ساعة.

فى إحدى هذه الحلقات يناقش ساجان نشأة الكون، وعمره، وماذا حدث فيه حتى تكونت الشمس والأرض وماذا حدث على الأرض حتى وقتنا الحالى. فالأدلة العلمية تشير إلى أن الكون يشبه فقاعة صابون دائمة التمدد، يتكون «غلاف» هذه الفقاعة من بلايين بلايين البلايين من المجرات والكواكب، ولو افترضنا أن هذه الفقاعة قد بدأت كنقطة انفجرت فيما يسميه العلماء «الانفجار العظيم» The Big Bang فإن عمر هذا الكون من هذا الانفجار حتى الآن حوالى ١٥ بليون سنة (أى خمسة عشر ألف مليون سنة).

ويختصر ساجان هذه الخمسة عشر بليون سنة إلى سنة واحدة لإعطاء المشاهد للبرنامج فكرة عن البعد النسبى لبعض الحوادث الهامة فى تاريخ الكون، وبالتالى، فإن كل شهر فى هذه السنة يساوى حوالى ١٢٥٠ مليون عام، وكل يوم يساوى ٤٠ مليون عام، وكل ساعة تساوى مليون ونصف عام، وكل ثانية تساوى ٥٠٠ عام.

فإذا افترضنا أن الكون كما نراه الأن قد بدأ فى الثانية الأولى من أول يناير من هذا العام المفترض، وإننا نعيش الأن فى آخر الثانية الأخيرة من يوم ٣١ ديسمبر، فإن الأرض والقمر تكون قد تكونت فى أول سبتمبر من هذا

العام أى منذ ٥ بليون سنة. وفى ١٤ **سبتمبر** وفى جو ملئ بالهيدروچين وتسوده العواصف الكهربائية تكونت بعض جزئيات الدنا .D.N. A (وسيأتى شرح ما هى هذه الجزئيات فيما بعد).

وابتداء من أول ديسمبر تسجل الحياة تاريخها بترك حفريات Fossils يمكن تقدير عمرها بدراسة تكوينها الذرى بتحديد دقيق، وتسير يوميات ديسمبر كالآتى :

أول ديسمبر : غزت النباتات البدائية سطح الكرة الأرضية، وحولت جوها الذى يمتلئ بالأيدروچين (أصغر وأبسط العناصر) إلى خليط من النتروچين والاكسچين.

١٥ **ديسمبر** : حدث ما يسميه الچيولوچيون بالانفجار الكامبرى The Cambrian Explosion حيث ظهرت ملايين من الحيوانات الصغيرة البدائية التى تركت بصامتها على الحفائر الموجودة من هذا الوقت.

١٨ **ديسمبر** : غزا العالم ملايين من أنواع مختلفة من الحيوانات «ذات الفصوص الثلاثة» Trilobites ولفترة معينة، ثم اختفت وتلاها فى الظهور أنواع من الحبار والقشريات.

وتتسارع بعد ذلك ظهور واختفاء ألوف من الأنواع والأجناس :

١٩ **ديسمبر** : تظهر بعض الفقريات والأسماك الغضروفية (مثل القروش والمانتا).

٢٠ و ٢١ **ديسمبر** : تظهر نباتات بدائية كبيرة على وجه الأرض وتظهر معها بعض الحشرات الطائرة.

٢٢ **ديسمبر** : تبدأ بعض الفقريات المائية فى غزو الأرض وتظهر البرمائيات.

٢٣ **ديسمبر** : تظهر الأشجار الأولى وتظهر أيضا الزواحف.

٢٤ **ديسمبر** : يستولى على الأرض الديناصورات الضخمة ومنها آكل اللحوم ومنها آكل النباتات ومنها من بدأ فى محاولات الطير ومنها ما عاد إلى الماء تم تختفى تماماً بعد أربع أيام (١٦٠ مليون سنة) ولا يبقى منها إلا بعض النماذج الصغيرة (التمساح والاليجاتور) ويحير اختفاءها العلماء ويبدو أن السبب كان سقوط جسم كونى ضخم فى محيط من المحيطات أدى إلى

ظلام دامس وتغيير في الجو لسنين عديدة.، ولما كانت الديناصورات من الحيوانات ذات الدم البارد التي لا تستطيع أن تحتفظ بدرجة حرارة جسمها، فإنها ماتت واختفت.

٢٥ ديسمبر : تظهر الحيوانات الثديية ذات الدم الدفئ.

وفي صباح يوم ٣١ **ديسمبر** تظهر بعض المخلوقات المشابهة للجنس البشري Hominid، وفي الساعة الحادية عشر مساءاً يظهر الجنس البشري، ويتسارع التاريخ أكثر وأكثر فبعد ذلك بستة عشر ثانية يكتشف البشر النار. وحوالي الساعة الحادية عشر وخمسين دقيقة وعشرين ثانية يستأنس الإنسان بعض الحيوانات.

وبعد خمسة عشر ثانية تبدأ الزراعة. ويذكرنا ساجان بعد ذلك بأن كل ما نعرفه من تاريخ البشرية، كل من نعرف اسمائهم من القادة والابطال والمجرمين والغزاة والفلاسفة والعلماء والدجالين والنصابين، كل من عرفناهم وتعلمنا عنهم الشعر والأدب والرسم والنحت، كل هؤلاء من بناة وهادمي الحضارات، عاشوا في آخر عشر ثوان من هذه السنة الكونية.

٥ - منــــدل

لم يكن داروين يعلم شيا عن آلاف الادلة العلمية التى سوف تثبت نظريته. لم يكن يعرف أن كافة الكائنات الحية «تتكلم» لغة واحدة ينقل بها الاب والام إلى النسل خواصهما الوراثية، لم يكن يعلم أنه يمكن للميكروب الحقير أن يقرأ ما يكتبه الانسان لابنه من معلومات على الشريط الوراثى فى الحيوان المنوى، لم يكن يعلم أن الثمرة التى تصنع الزيت تصنعه بنفس الطريقة التى يصنع بها الخنزير والبقر والإنسان الدهن الحيوانى، لم يكن يعلم أنه ستكتشف عشرات الآلاف من الحفريات التى تثبت نظريته وأن آلافاً منها تمثل المراحل التى مر بها الإنسان قبل ظهوره بشكله الحالى. لم يكن يعلم أن العلم سيتمكن من تحديد عمر هذه الحفريات بدقة بالغة، وانها تثبت بالدليل القاطع أن ظهور الاحياء الراقية قد جاء متأخرا ولاحقا لظهور الحيوانات الابسط فى التركيب.

لم يكن داروين يعلم كل هذا، ورغم دراسته العميقة لموضوع كتابه لمدة عشرين عاما فقد كانت تنتابه بعض الهواجس فيما يتعلق ببعض النقط. كانت أهم هذه النقط هى: كيف تحافظ الكائنات الحية على الخواص الجيدة لكى تتراكم؟ ووصل به الأمر فى هذه النقطة إلى أن كاد أن يقع فى خطأ لا مارك فتصور أن الخواص الجيدة تنميها الطبيعة بالاستعمال، فيتوارثها الكائن الحى. وكان مما يقلقه ايضا عدم وجود كائنات حية قريبة الشبه بالإنسان، مما وضع فى ادبيات التطور الكلام عن «الحلقة المفقودة» وهو ما سنعود إليه فيما بعد.

ولكن، فلنبدأ القصة من أولها:

هوجم داروين بعد نشر كتابه من اوساط علمية عديدة، كان اشد

انـواع هـذا الهجـوم تأثيرا ما جـاء من اصحـاب نظريـة الطفـرات Mu-tations وكـان صاحب هـذه النظريـة هو دى فريز، Hugo de Vries عالم النبات الهولندى المشـهـور (١٨٤٨ - ١٩٢٤) الذى افـتـرض أن تصـور أن التطور ينتج عن تراكم التـغيرات الضـئيلة، هـو تصـور سـاذج، وإن التطور يحدث حقيقة (فى رأيه) نتيجة لحدوث «طفرات» وراثية (وقد رحب الماركسيون الستالينيون هذه الفكرة، باعتـبار أن الطفرة = الثورة). ويعبر مصطلح «طفرات» في البيولوجيا عن حوادث وراثية تحدث تغيرات واضحة فى خواص الكائن الحى ولعل أشهر انواع الطفرات فيما نراه حولنا من احياء هو ظاهرة الحيوان «الاحسب» Albino (وليس الابرص كما تترجمها بعض القواميس لأن البرص مرتبط بمرض الجذام Leprosy) وهى ظاهرة موجودة فى بعض الفقريات تنتج عن نقص فى المادة المكونة للجلد، وهـى موجودة فى الإنسـان بنسبـة ١: ٢٠،٠٠٠، وتوجد في الفئران والسلامـاندر والجمـال والقرود والكانجارو.

كانت حجة انصار «الطفرات» هي مثال مفترض: فـيفرض أن إنسانا مايتمتع بخواص وراثية متميزة من الذكاء والخبرة والقوة، ويفرض أن هذا الإنسـان ينزل فى جزيرة يقطنها اناس متخلفون اغبياء وضعفاء، فإنه باختـلاطه بهؤلاء المتخلفين سينتج عنه نسل ضـعيف تخف فيه تدريجياً الخواص الجيدة، وبعد عدة أجيال يصبح نسله مطابق لنسل الجزيرة على عكس مـا تفترضه نظرية التطور. وكان حل اصحـاب نظرية الطفرات هو أن التطور لاينتج الا عن طفرات تورث. وكاد الطفريون أن يزهقوا روح التطوريين لولا تدخل علم الرياضة، فقد اثبت فـيشر R. A. Fisher أحد أهم علماء الرياضـة والاحصـاء وهـالدين J. B. S. Haldane استـحـالة حدوث التطور بالطفرات فقط. وماتت نظرية التطور بالطفرات.

وبعد وضع نظرية التطور بعدة عقود بقيت مشكلة لم تحل: لماذا تختلف الكائنات الحية؟ وزاد من تعقد الامور عدم الاتفاق على طريقة انتقال الخواص الوراثية، فكثيرا مـا يولد طفل أحمر الشعر من أب و أم بشعر أسود. ولجأ الناس كعادتهم إلى فروض، كان من اهمهـا فرض أن الخـواص تنتـقل مع

«الدم» فتحدث الناس عن «الدم الملكى» وعن «الدم الذى لايتحول إلى مياة» وعن «الدم الازرق»... الخ.

ولم يعلم داروين أن حل الكثير من مشاكله كان موجودا فى ابحاث تمت ولكن لم تنشر اثناء حياته.

ولد مندل G.H. Mendel فى عام ١٨٢٢ فى النمسا من أسرة متواضعة. ولما كان متفوقا فى دراسته فقد حاول أهله مساعدته على الاستمرار فى الدراسات العليا. ولما فشل فى تمويل هذه الدراسة التحق مندل بأحد الاديرة كراهب، واستمر فى دراسته فى الدير الذى كان يوفر له لقمة العيش والمأوى.

خلال بقاءه فى الدير استمر مندل فى دراساته المفضلة عن النباتات، وكان متميزا بدقة عمله وبصبره وباهتمامه بخطوات عمله خطوة بخطوة.

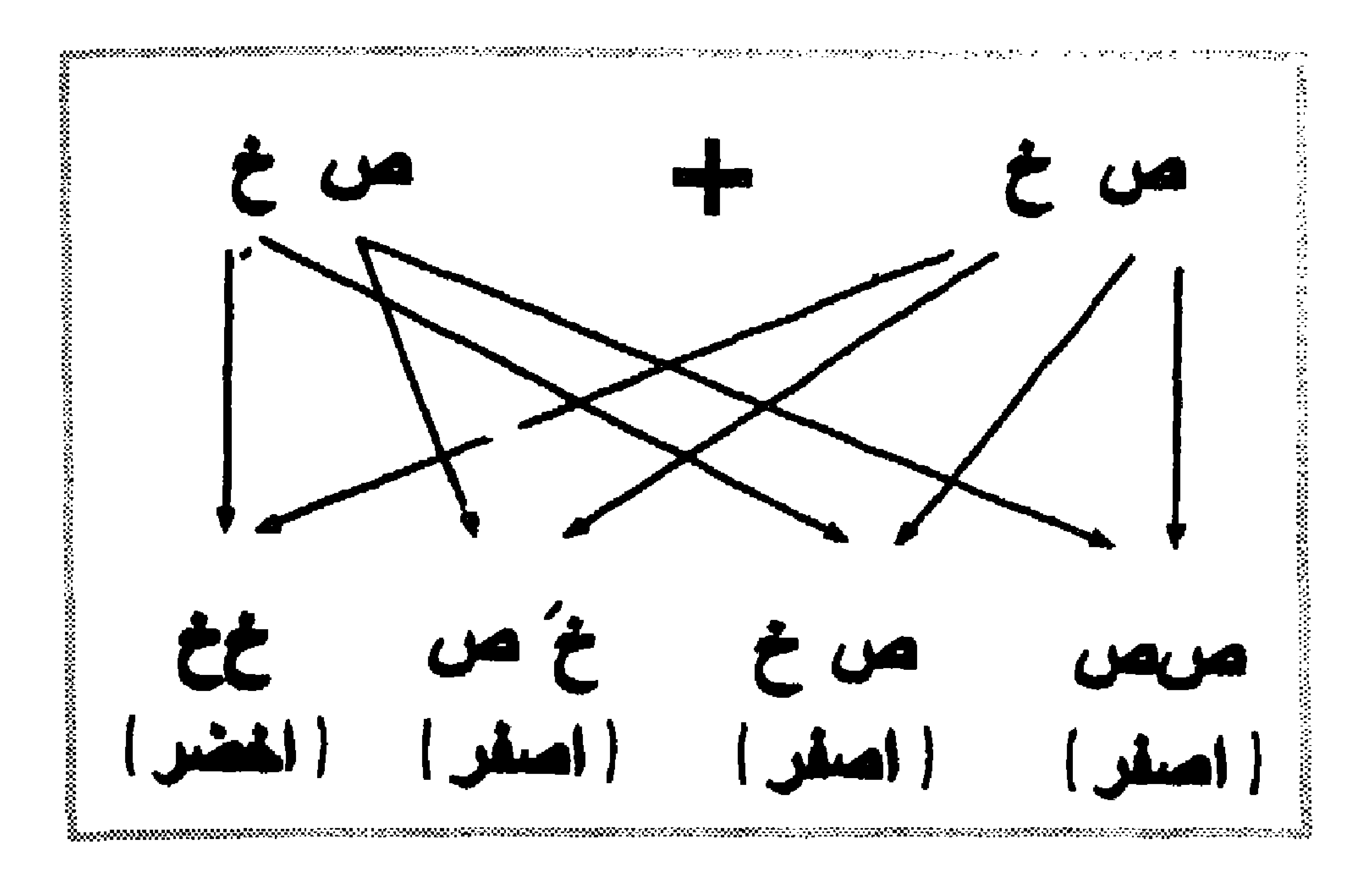
اجرى مندل عشرات الآلاف من التجارب المسجلة الدقيقة على حبة البازلاء، ودرس فى هذه التجارب ازواجامتعددة من الخواص: لون الزهرة، لون الحبة، سطح الحبة، شكل الحبة وضع الزهرة حول الجذع... الخ وكانت النتائج مذهلة.

كمثال: كانت نتائج مندل فيما يتعلق بلون الحبة واضحة المضمون. فإذا لقحت مبايض حبوب **اصيلة** (وتعنى كلمة «اصيلة» هنا أنها من نسل نقى، كل جدوده يتمتعون بنفس الصفات) صفراء اللون بحبوب لقاح من حبوب اصيلة خضراء اللون، كان النسل اصفر اللون، فإذا لقح الحبوب الصفراء الجديدة بعضها ببعض، نتج محصول **ثلاث آرباعه اصفر اللون وربعه اخضر اللون.**

ووضع مندل نظريته المشهورة وبمقتضاها:

- يكتسب النسل فى التكاثر الجنسى نصف خواصه الوراثية من الذكر (الاب) والنصف الآخر من الانثى (الام).

- بعض الخواص الوراثية بطبيعتها «سائدة» Dominant وبعضها «منتحية» Recessive فإذا وجدت الخاصيتان فى حيوان واحد، فالخاصية



السائدة تتغلب ويكتسب الحيوان هذه الخاصية.

فى حالة البازلاء، فإن **اللون الاصفر هو السائد** ولما كان الجيل الأول من النسل يحتوى كل فرد فيه على عامل **اللون الاصفر من المبيض واللون الاخضر من حبوب اللقاح**، فإنها تتلون باللون الأصفر السائد.

فى الجيل الثاني من النسل هناك أربعة انواع وراثية Genotypes من الحبوب:

– حبوب حصلت على **اللون الاصفر من كل من المبيض وحبوب اللقاح** وتكون بالطبع صفراء اللون.

– حبوب حصلت على **اللون الاخضر من كل من المبيض وحبوب اللقاح** وتكون بالطبع خضراء اللون.

– حبوب حصلت على اللون **الاصفر من المبيض** واللون **الاخضر من حبوب واللقاح** وتكون صفراء اللون. (اللون السائد).

– حبوب حصلت على اللون **الآخضر من المبيض** واللون **الاصفر من حبوب**

اللقاح وتكون صفراء اللون (اللون السائد).

وعلى هذا، فإن ثلاث أرباع النباتات تكون صفراء اللون والربع الباقى أخضر اللون.

وهكذا اثبت مندل أن **هناك عوامل محددة تنتج عنها الخواص الوراثية وانه من الممكن حسابها والتنبؤ بها.** لم يجرؤ الراهب علي الاعتراف بخطورة ما اكتشفه، فقدم ورقة متواضعة لجمعية علمية. وأهملت الورقة تماما خصوصا بعد ما انتخب مندل رئيسا للدير، فلم تعد لمندل فرصة للاستمرار في دراساته. ومات مندل في عام ١٨٨٤ بعد عامين من وفاة داروين.

وفي عام ١٩٠٠، أي بعد ما يقرب من عشرين عاما من وفاة داروين، اعاد دي فريز اكتشاف اعمال مندل واعطى مندل بعد وفاته ما يستحق من تكريم، فقد اكتشف ما يمكن أن يسمى «عوامل الوراثة» واكتشف ما سوف يؤدي إلي اكتشاف الكروموسومات والجينات وال د.ن.ا ».

بعض خواص الراس والوجه الموروثة فى الانسان وفقا لقواعد مندل

الخاصيـة	الصفة	الخاصيـة	الصفة
الانف الرومـانى	سـائد	الصلع فى النساء	متنحى
الشفـاة الغليظة	سـائد	العيون الفاتحـة	متنحى
نقـرة الذقن	متنحى	الشعر الابيض المبكر	سـائد
الشعر الداكن	سـائد	الشـنـمـش	سـائد
الشعر الفاتح	متنحى	المقدرة على طى اللسان	سـائد
الصلع فى الرجال	سـائد		

٦ - كروموسومات وجينات

يعيش على كوكب الأرض حوالى مليون نوع من الحيوانات وحوالى ربع مليون نوع من النباتات، كلهم من اصل واحد وكلهم يخضعون لقوانين مندل للوراثة.

واثناء «تخزين» ابحاث مندل قبل أن يعلم العالم بها، اكتشف علماء الاحياء أن الخلية الحية تحتوى نواتها على عدد من الاجزاء الدقيقة الخيطية، وأن هذه الخيوط من الممكن صبغها لدراستها بالميكروسكوب، ونظرا لقبولها للصبغات فقد سميت هذه الاجسام الخيطية «كروموسومات» Chromo-somes(كروم = لون). وفى عام ١٩٠٢ اقترح ساتون W. S. Sutton من جامعة كاليفورنيا أن هذه الكروموسومات تحتوى على عوامل مندل الوراثية.

بعد فترة بسيطة اكتشفت ظاهرة معينه وهى أن بعض الخواص الوراثية لاتتبع تماما قوانين مندل، أنما تظهر ما يمكن تفسيره فقط بارتباط بعض الخواص بعضها ببعض. وقدمت دراسات مورجان T.H.Morgan من جامعة كولومبيا الدليل النهائى على ذلك.

أستعمل هذا العالم فى دراساته ذبابة الفاكهة Drosophila. وقد كانت هذه الذبابة ولازالت وسيلة مثالية لدراسة اسرار الوراثه. فهى سريعه وكثيفة التكاثر، تنتج اعدادا هائلة من النسل خلال عشر أيام، ويمكن أن تعيش على كميات ضئيلة من عجينة الموز.

زاوج مورجان ذكورا أصيلة من الذباب **بيضاء** العينين بإناث أصيلة **حمراء** العينين. وكما ينتظر من قوانين مندل فقد نتج عن هذا التزاوج حشرات بعيون حمراء اللون لأن لون الاعين الاحمر هو الصفة «السائدة».

ثم زواج مورجان هذا الجيل المخلط من النسل بعضه ببعض وكانت نتيجة هذه العملية مفاجأة لمورجان:

فقد كان ٥٠٪ **من النسل اناثا حمر العيون و ٢٥٪ ذكورا حمر العيون و٢٥٪ ذكورا بيض العيون. ولم يكن بين النسل انثى واحدة بيضاء العيون.** وهكذا اشارت الادلة الى أن عامل بياض العيون الوارثي يرتبط بالكروموسوم المتسبب في الذكورة. وافترض مورجان أن **الخواص التي يحملها نفس الكروموسوم تورث مع بعضها البعض.** وهكذا فإن صح هذا الفرض فإنه فى الممكن عمل «خريطة» للخواص التى يحملها كل كروموسوم.

وتفرغ مورجان، ومعه ما اطلق عليه اسم «فريق الذباب» Fly squad من العلماء لرسم هذه الخريطة. وبعد حوالى ١٧ سنة واستعمال ملايين الذباب، تمكن الفريق من عمل خريطة كاملة لمواقع الخواص الوراثية على كروموسومات الذباب، وسميت كل مجموعة من الخواص «جينات» Genes.

واتضح من هذه الدراسات شيء آخر: فلم تكن الخواص الوراثية تخضع لجين واحد، بل كانت اغلب الخواص (مثل لون الجلد، وزن الحيوان) تخضع للعديد من الجينات، مما يعقد تطبيق قوانين مندل البسيطة على هذه الخواص.

بعد كل هذه الدراسات تأكد شيئان كما يقول جوليان هكسلى Sir Julian Huxley.

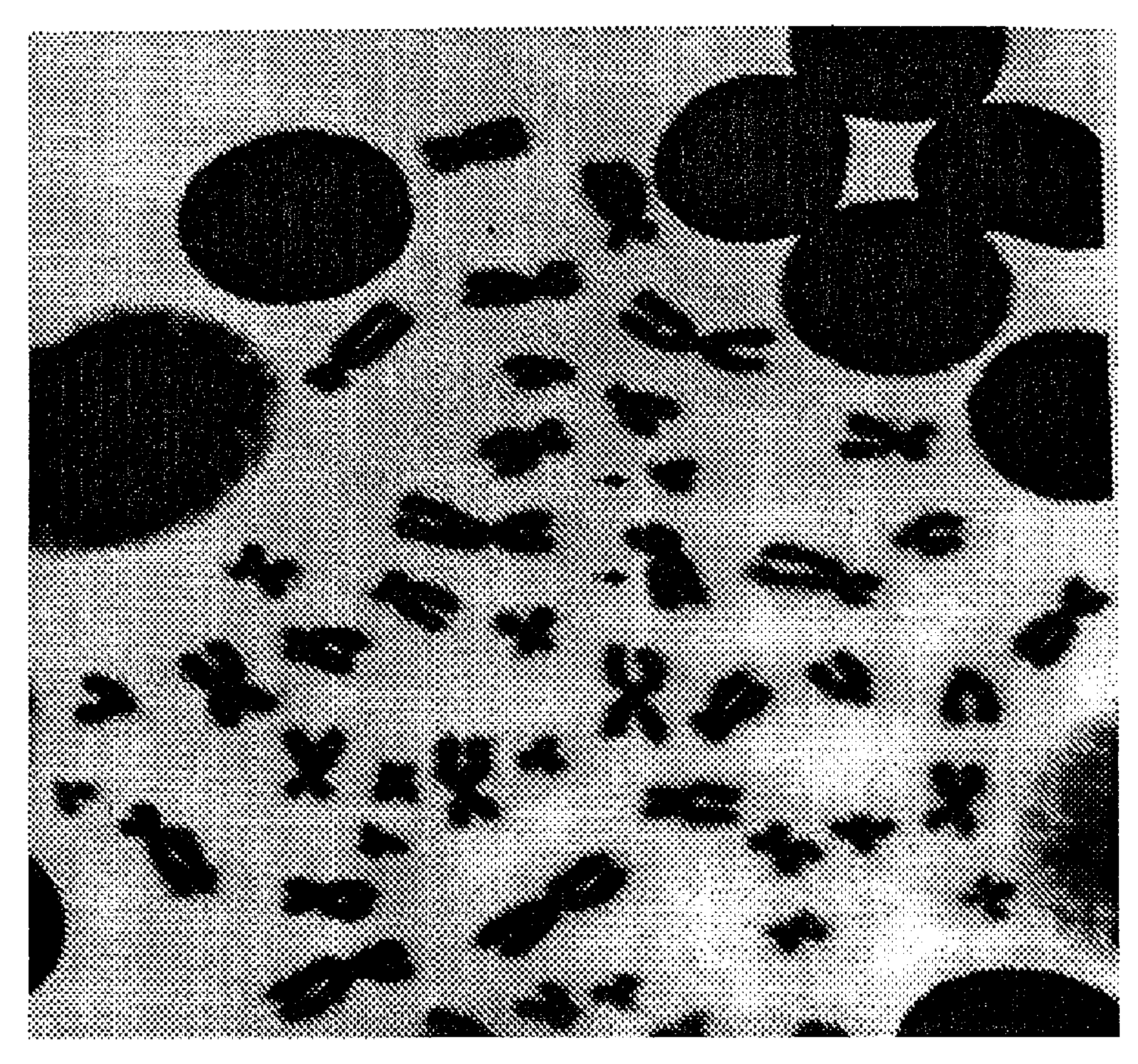
أولاً : **آن الوارثة تنتج عن عوامل مادية يمكن دراستها.**

ثانياً: **أن الوراثة تعتمد على خواص متعددة موجودة فى جينات على الكروموسومات.**

ولكن كيف تنشأ الطفرات والتغيرات؟

حاول العلماء التأثير على الكروموسات بالتبريد والتسخين والسموم والمواد الكيميائية والعقاقير، ولكن الجينات لم تستجب لكل هذه العوامل. وخطرت لمولر H.J. Muller، احد العاملين فى فريق مورجان، فكرة عبقرية: فقد عرض مجموعة من الذباب لاشعة اكس، وزوجها لمجموعة الذباب السليم، وفى عشرة ايام كان لديه تشكيلة من مئات الانواع من الذباب العجيب - بعضه بلا اجنحة، وبعضه له الوان عجيبة، وبعضه بعيون بارزة. وهكذا اتضح امكانية «التدخل» فى الجنيات وتغيير الخواص الوراثية، ولازالت هذه الطريقة تستعمل فى الحصول على أنواع جديدة من النباتات، وحصل مولر على جائزة نوبل على ابحاثه.

خلال هذه الدراسات اتضح أن نواة خلايا الإنسان تحتوى على ٢٣ زوج من الكروموسومات تحمل عشرات الالوف من الجينات، يتحكم منها حوالى الفى جين فقط فى كل الاختلافات بين الاجناس البشرية. واتضح أن زوج الكروموسومات رقم ٢٣ يتكون فى الذكور من كروموسومين مختلفين يطلق عليها اسم"Y"، "X"، اما فى الاناث فإن الكروموسومين يكونان "XX". واتضح كذلك أنه، كما فى جميع الحيوانات التى تتكاثر جنسيا، فإن البويضة أو الحيوان المنوى تحتوى على ٢٣ فرد فقط من الكروموسومات وعلى ذلك فإن الحيوان المنوى المحتوى على كروموسوم ٢٣ "X" ينتج عند تلقيح البويضة التى تحتوى دائما على كروموسوم٢٣ "X" انثى لها كروموسومات



كروموسومات الانسان

٢٣ "XX". وأن الحيوان المنوى المحتوى على كروموسوم ٢٣ "Y" ينتج عند تلقيح البويضة التي تحتوى هلي كروموسوم ٢٣ "X"، ذكرا يحتوى على كروموسومات ٢٣ "XY".

ودرست بعض الامراض التي يصحبها اختلال في الكروموسومات كانفصال جزء منها أو ازدياد عدد بعضها أو حدوث نتواءات فيها، وحددت ايضا مواقع العديد من الجينات على الكروموسومات البشرية خصوصا ما يرتبط منها بكرموسوم ٢٣ الحامل للجنس وخصوصا ما يرتبط بكروموسوم"Y"، بل واصبح من الممكن دراسة بعض انوا ع السرطان وعلاجها مبكرا عن طريق دراسة الكروموسومات.

٧ - السلم الحلزونى

خلال معظم الابحاث التى جرت على الكروموسومات والجينات كان يرقد على رفوف العديد من معامل الكيمياء الحيوية مادة لزجة بيضاء يطلق عليها اسم «الحمض النووى» Nucleic acid اكتشفها كيميائى سويسرى عام ١٨٦٩. وثبت عند دراسة هذه المادة أنه يوجد منها نوعان: الأول أطلق عليه اسم Deoxyribonucleic acid أو D. N. A. للاختصار، والآخر يدعى Ribonucleic acid أو R. N. A.

فى خلال الاربعينات من هذا القرن اتضح أن ال د. ن.ا مكون اساسى للكروموسومات. وفى تجارب عبقرية اثبت احد العلماء فى نيويورك أن الفيروسات عندما «تحقن» ال د. ن. الخاص بها فى الخلايا، فإنها تتحكم فيها وتتحول الخلايا إلى فيروسات جديدة كاملة. وثبت من هذه الدراسة أن هذه المادة تحمل كافة الخواص الوراثية للفيروس وأنها تتكون من اربع مواد قاعدية Basic: ادنين Adenine، ثيمين Thymine ، سيتوزين Cytosine و جوانين Guanine ومعها مادة سكرية بها خمس ذرات من الكربون Pentose، ويربط بين جزيئات السكر جزيئات من الفوسفات PO 4.

وفى عام ١٩٥٠ انتابت جميع معامل العالم حمى فك طلاسم هذه المادة الغريبة. وتمكن كريك T.H.C.Crick، الانجليزى الجنسية، ومعه مساعد شاب امريكى الجنسية يدعى واطسن James D.Watson من صناعة نموذج من السلك يمثل جزيء ال د.ن. ا. وكان هذا النموذج بمثابة سلم حلزونى تتكون درجاته من الجزيئات القاعدية (تيمين وسيتورزين وجوانين وادنين) بترتيبات مختلفة ويتكون هيكله الجانبى من جزيئات السكر والفوسفات. وقدرت عدد هذه «الدرجات» الموجودة فى كروموسومات الإنسان بحوالى **اربعة آلاف مليون «درجة»** و ولو أن كل درجة منها كانت تعبر عن حرف فى اللغة، لملأت

١٠٠ مجلد ضخم.

واكتشف العلماء ايضا أن «درجات» هذ السلم تتكون كل واحدة منها من اثنتين من القواعد الاربعة، وأن جزيئات هذه القواعد ترتبط ببعضها بنظام ثابت. فإذا كانت احداهما جوانين فلابد أن تكون الثانية.. سيتوزين، وإذا كانت احداهما ادنين فلابد أن تكون الثانية تيمين وهكذا، فعند انشقاق السلم طوليا عند وصلات القواعد ببعضها البعض،فإن كل نصف منه يصبح قادرا على استكمال نفسه باجتذاب القاعدة الصحيحة واستكمال نفسه. وهو ما يحدث فعلا.

فى عام ١٩٥٩ اجتمع كبار علماء التطور فى جامعة شيكاغو للاحتفال بمرور مائة عام على نشر «اصل الانواع» ولمناقشة التطور. وكان الحوار كله يدور عن ال د. ن. أ.

كما ذكرنا من قبل فإن الافارقة فى المناطق الموبوءة بالملاريا يصابون بمرض يسمى «فقر الدم المنجلى» "Sickle - cell anaemia" . فى هذا المرض يتغير تركيب جزىء الهيموجلوبين وراثيا ويصبح اكثر مقاومة للملاريا، ولكنه يغير شكل كرات الدم الحمراء في احوال معينة من شكل القرص إل شكل المنجل. واتضح من الدراسات أن تغير حمض امينى في جزىء الهيموجلوبين يؤدى إلى صناعة هذا الهيمو جلوبين البديل - هيموجلوبين S. واتضح ايضا أن هذا التغير ناتج عن تغير فى ترتيب «القواعد » فى سلم الد. ن. أ. ، وهكذا عرف العلماء أن الد. ن. أ. يحتوى ترتيب قواعده على «شفرة» تنظم صناعة بروتينات الجسم.

وفى عام ١٩٦٢ اتضحت الصورة تماما: لقد ثبت أن الحياة تعتمد فى توارثها على ال د. ن.أ. وأن شفرة أو (لغة) هذا الـ د.ن. ا. (الناتجة عن ترتيب «القواعد») واحدة. وهكذا تمكن ليبمان F. Lipman من صناعة هيموجلوبين الارانب باستعمال باكتيريا القولون E. coli. وهكذا ابتدأ عصر «الهندسة الوارثية».

قد تكون الهندسة الوراثية اهم التطبيقات العلمية فى ميادين علوم الحياة والطب فى النصف الثانى للقرن العشرين. وقد تتجاوز فى تطبيقاتها أكبر احلام قصص الخيال العلمى طموحا واكثرهاجنوحا.

فكما أنه من الممكن نقل كل مؤلفات شكسبير بشفرة مورس التلغرافية المكونة من حرفين فقط (نقطة وشرطة) كذلك تحمل نواة الخلية، كما قلنا، كافة المعلومات اللازمة لتصنيع أى مادة فى الجسم الحى بترتيب هذه المركبات النتروجينية الأربعة على هذا الشريط، أى أنها لغة تتكون من أربعة حروف.

وكانت الطفرة الكبرى التطبيقية في هذا المجال هى المقدرة على حل شفرة بعض اجزاء من الشريط والتدخل فيه لتعديله. فقد امكن مثلا تغيير اجزاء من الشريط الوراثى لميكروب المصران الغليظ E.coli ووضع معلومات على الشريط تجعل الميكروب ينتج «انسولين» بشرى. وتحولت مزارع هذا الميكروب إلى مصانع تنتج كميات وفيرة من الانسولين وبذلك أمكن للبشرية لأول مرة أن تحصل على «انسولين» بشرى لاستعماله فى علاج مرض السكر بدلا من الانسولين المستخرج عادة من بنكرياس الخنازير.

كما أمكن ايضا تصنيع مادة الانترفيرون Interferon التى اكتشف العلماء منذ خمسينيات القرن العشرين مقدرتها على علاج العديد من الامراض المستعصية.

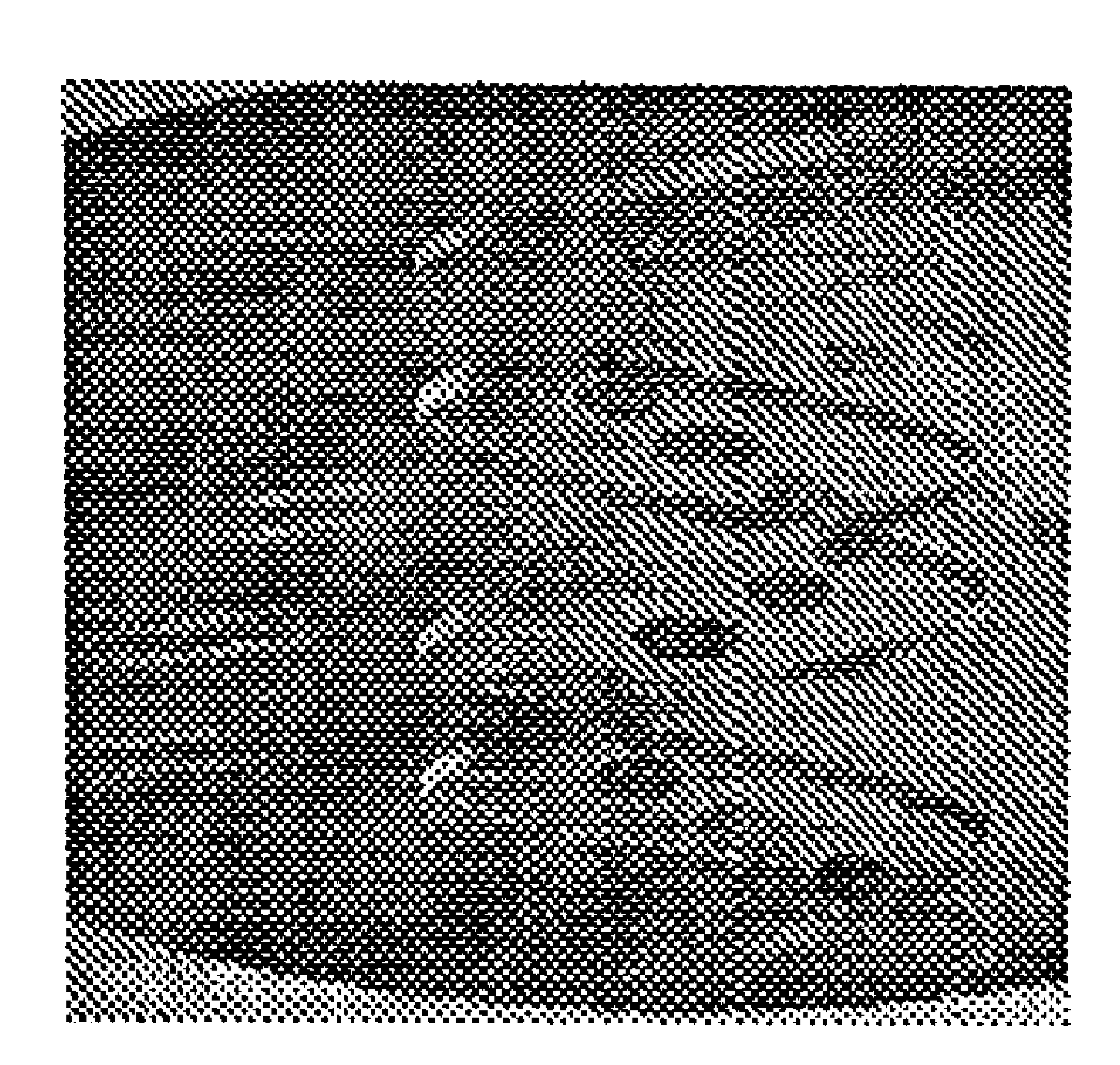
بل وقد اصبح من الممكن الآن باستعمال عملية تدعى Poly-merase Chain Reaction (RCR) قطع الشريط الوراثى واتمام تكاثر قطعة منه ملايين المرات لدراستها كيميائيا واستعمال هذه الخاصية فى تشخيص الامراض واثبات الابوة والطب الشرعى، كما حدث فى قضية سيمبسون O.J. Simpson الشهيرة فى امريكا.

وهكذا فقد اتضح أن العوامل الوراثية موجودة فى النواة عند الإنسان كالآتى :

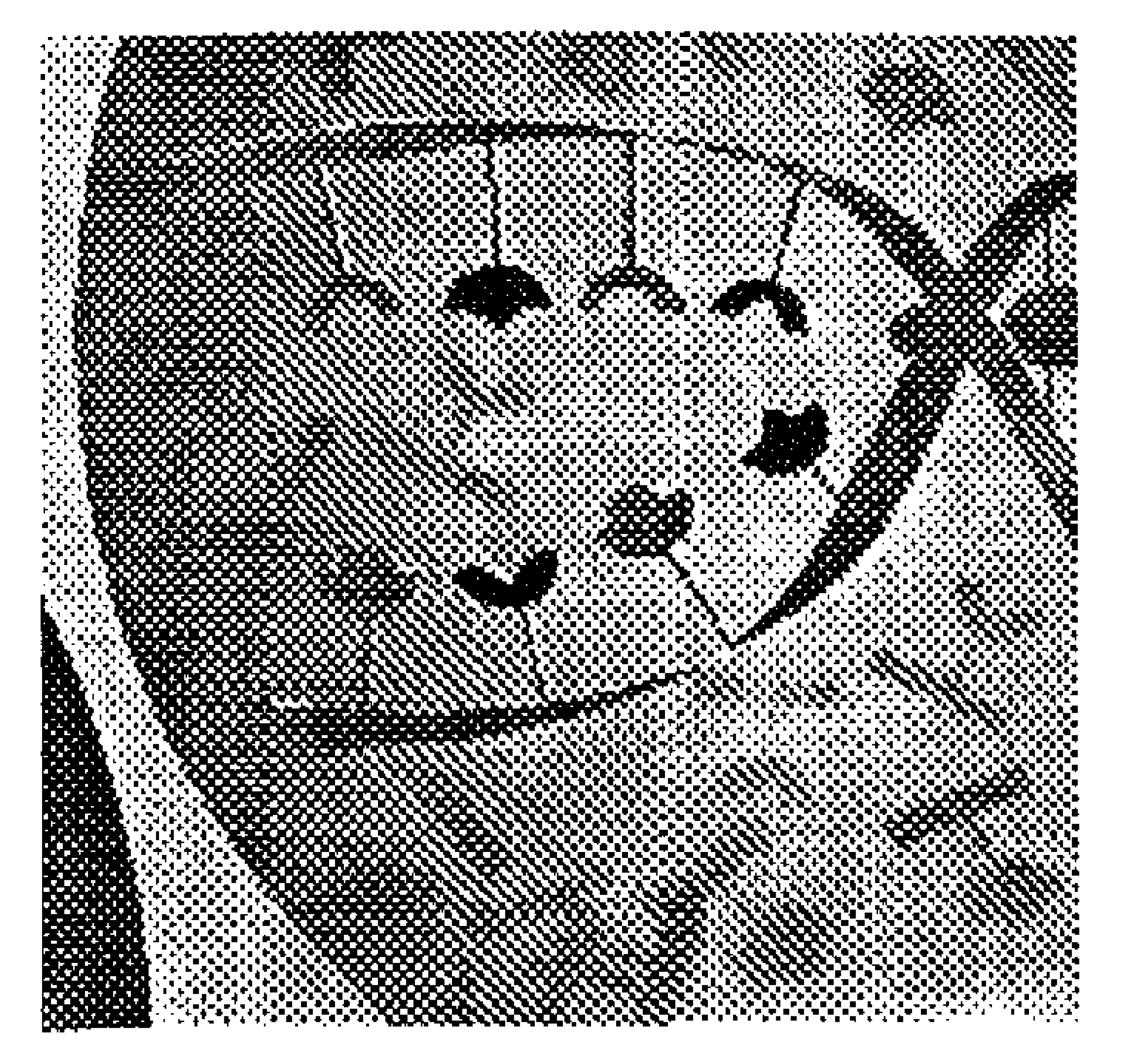
- تتشكل الخواص الوراثية على تتابع درجات ال د. ن. أ. التى يبلغ عددها حوالى ٤ آلاف مليون درجة.

- تنضم كل حوالى مائة ألف درجة على بعضها لتشكل «جينات» يبلغ عددها عشرات الآلاف.

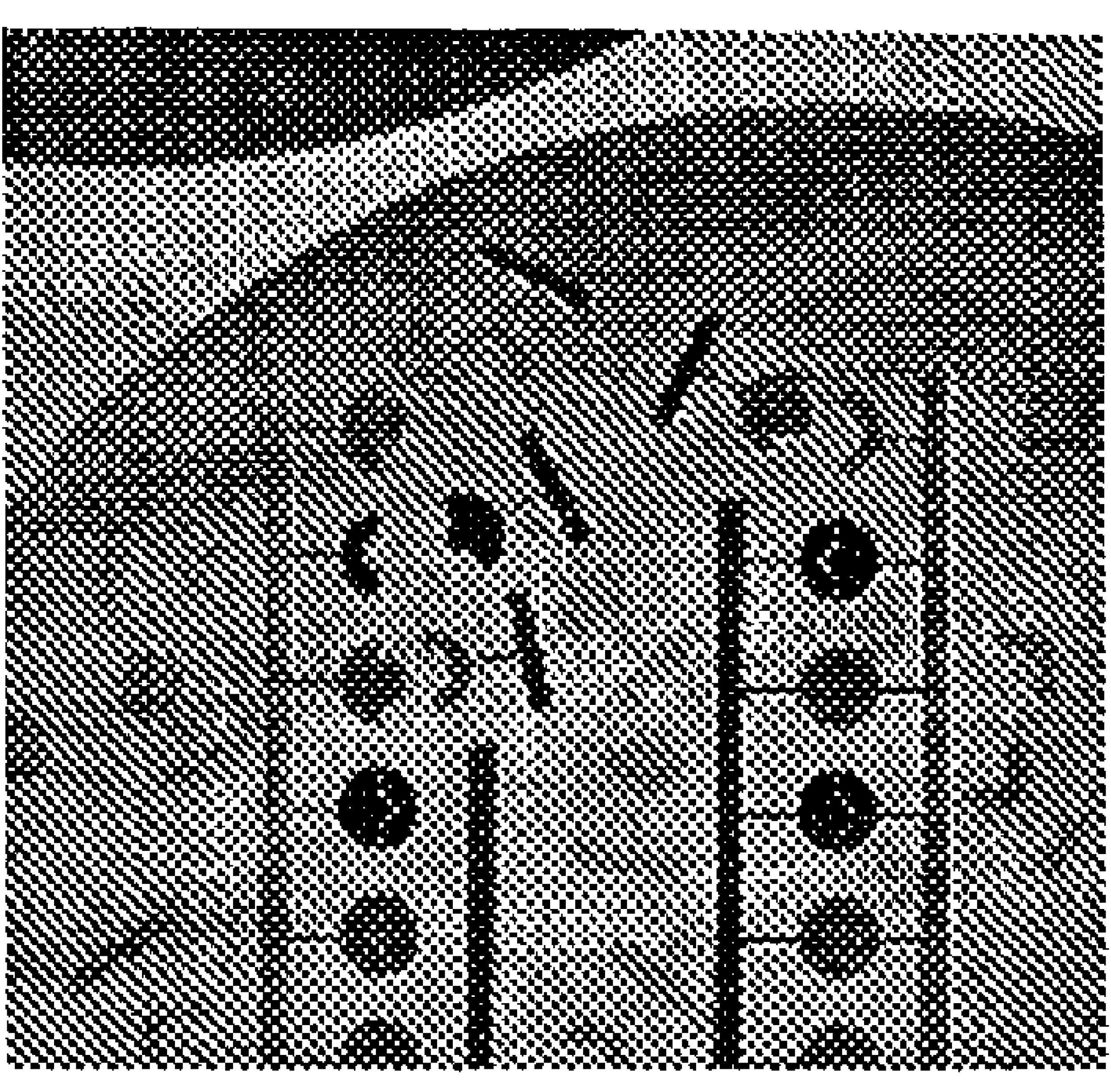
- تتوزع هذه الجنيات على شكل مجموعات يحمل كل مجموعة منها كروموسوم من ٢٣ زوج من الكروموسومات.



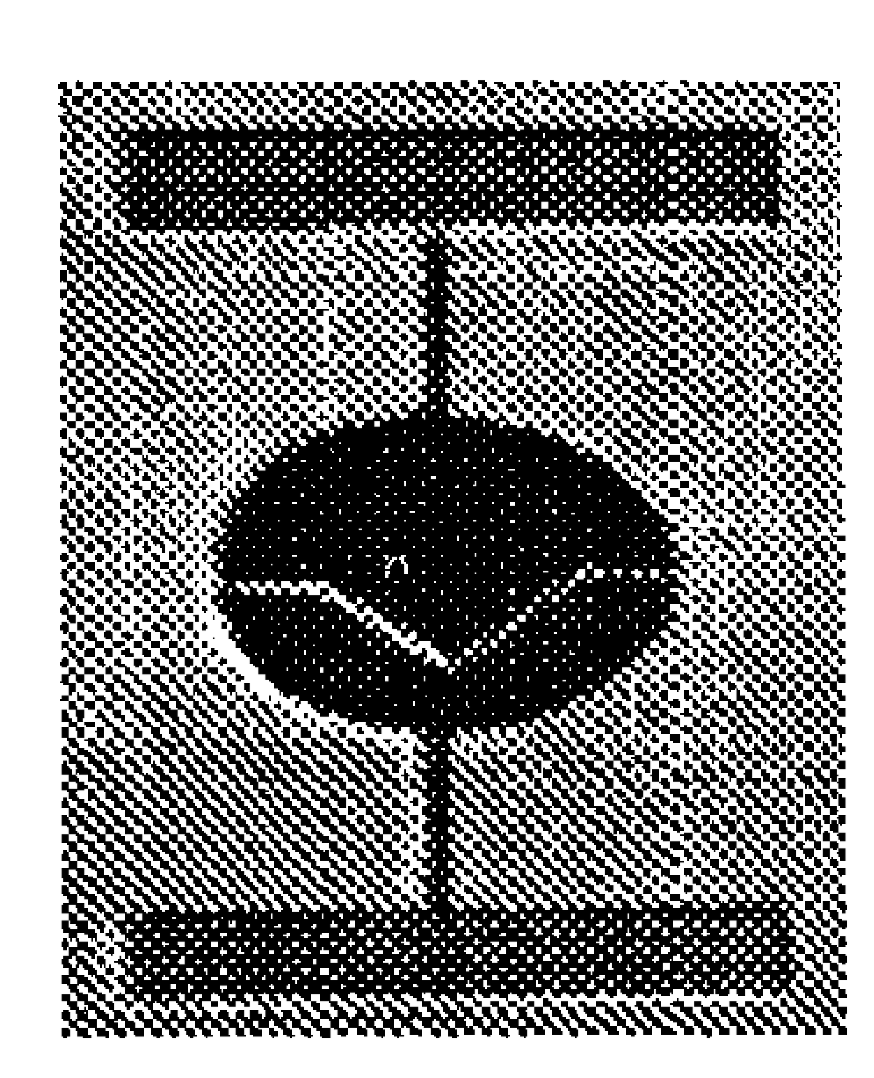
شريط ال د. ن. ا.



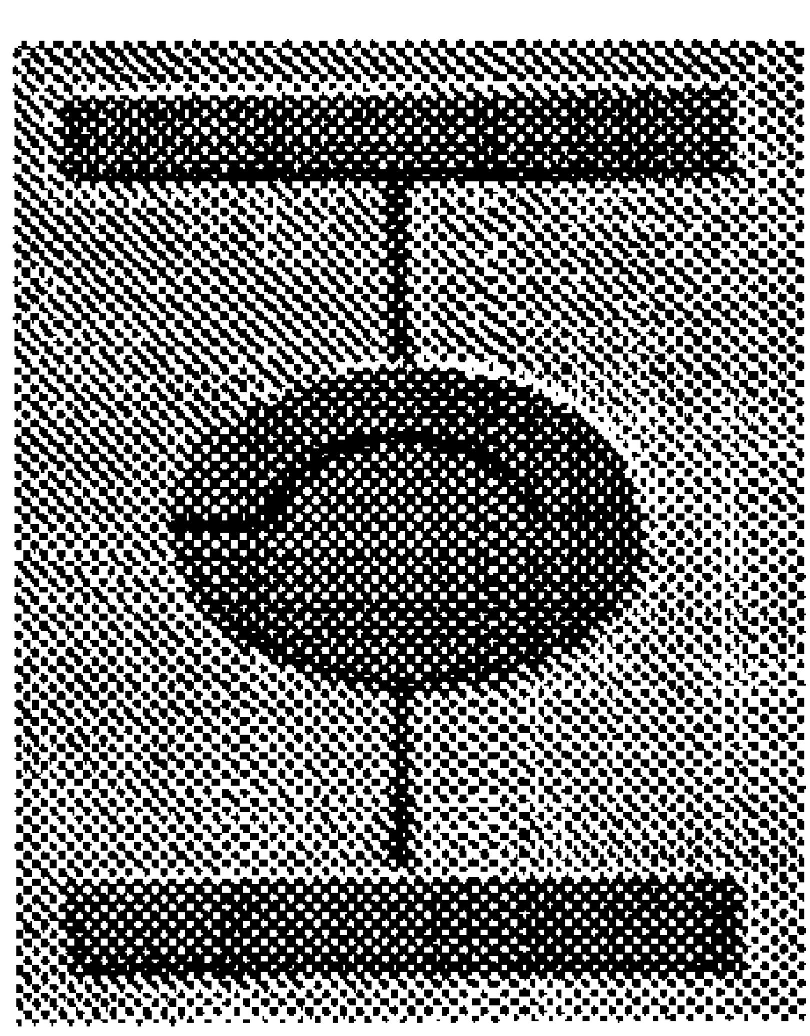
انشطار شريط ال د. ن. ا.



استكمال نصفى شريط ال د. ن. أ



الجوانين يرتبط بالسيتوزين



والثيمين يرتبط بالادينين

٨ - التكاثر

يلعب التكاثر دورا اساسيا فى آليات التطور، فمن خلاله تتحدد العوامل الوراثية التي ستصل إلى النسل.

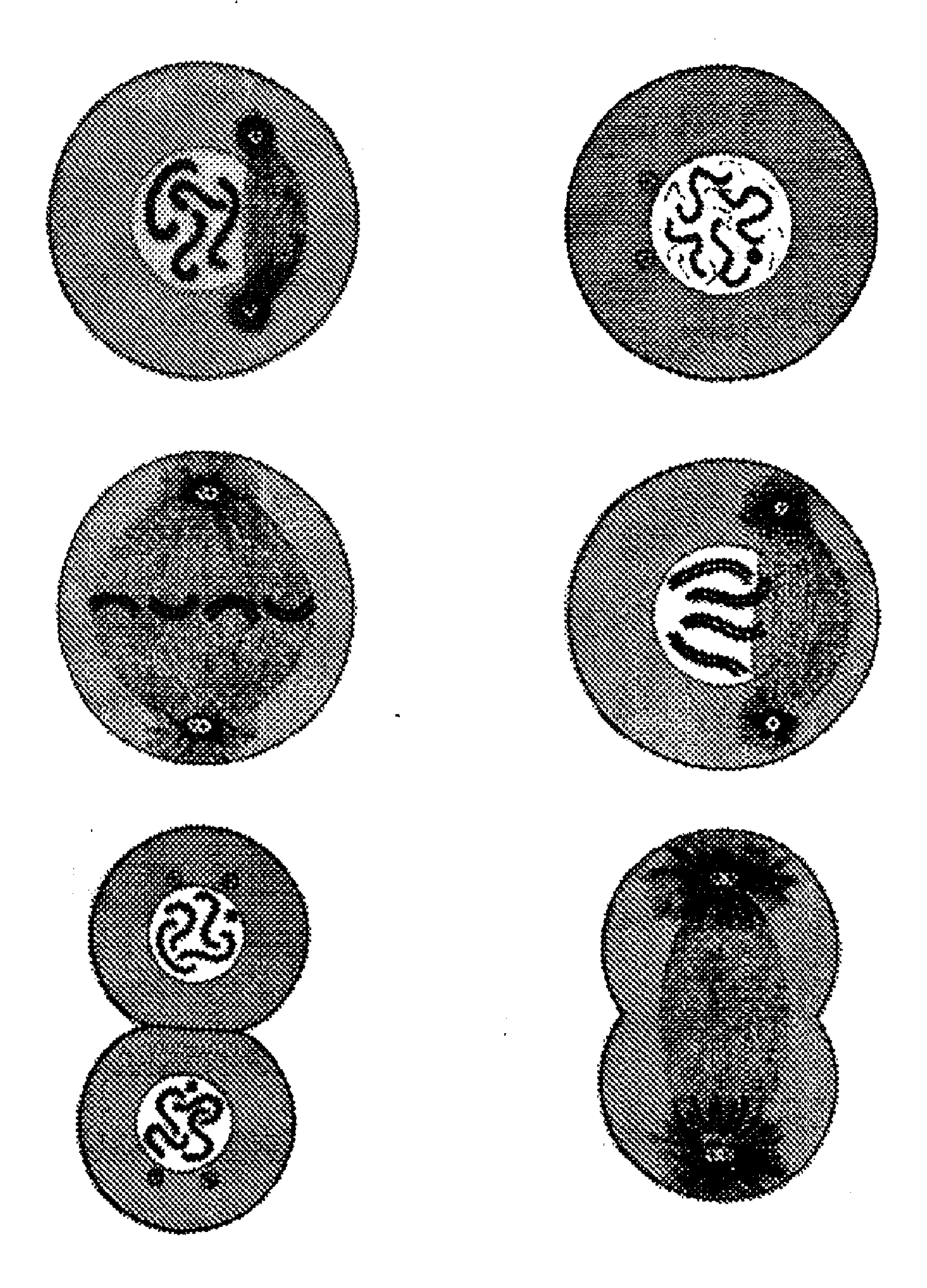
ولتكاثر الكائنات الحية وسائل عديدة تتبلور حول ثلاثة مجموعات من الطرق:

ترتبط المجموعة الأولى أساسا بالكائنات الأولية، ويطلق على وسيلتها فى التكاثر اسم «التكاثر الخضرى» "Vegetative"، ويمثل المجوعة الثانية التكاثر الجنسى فى النباتات، أما المجموعة الثالثة، فهى التكاثر الجنسى فى الحيوانات.

بالنسبة **للتكاثر الخضرى** فإنه يحدث فى أهم مظاهره بانشقاق الكروموسومات الموجودة داخل الخلية طوليا وبذا يتضاعف عددها. ويصحب ذلك تكوين مخروطين من الخيوط يجذب كل منهما نصف الكروموسومات الجديدة إلى قطب الخلية. ويتلو ذلك انقسام الخلية الى خليتين بكل منهما مجموعة كروموسومات كاملة تزداد سمكا لتصبح كل خلية وحدة تامة.

ويحدث التكاثر فى الفيروسات بطريقة ابسط من ذلك: اذا أنه لما كان الفيروس يتكون من شريط من ال د. ن. ا. فإن هذا الشريط ينشق طوليا إلى شريطين يكرر كل منهما نفسه كما اوضحنا من قبل.

ويتمثل العيب الاساسى فى الطريقة الخضرية للتكاثر فى أنها لا تعطى فرصا لظهور تنوعات فى النسل كما يحدث فى التكاثر الجنسى، وظهور



الانشطار الخضرى للخلية

تنوعات النسل يمثل لبنة اساسية فى آليات التطور. ولكن الاحياء البسيطة تتغلب على هذه العقبة باحداث تغيرات ضئيلة تلقائية فى الشريط الوارثى وبالتكاثر السريع إلى ملايين الاضعاف، وبذا يمكن لآليات التطور (البقاء للاصلح) أن تلعب دورها. وقد تمكنت البكتريا العنقودية Staphylococci بهذه الطريقة من تحوير نفسها بحيث تنتج انزيما Enzyme يقدر على تحطيم البنسلين (ويدعى Penicillinase) وبذا فقد هذا المضاد الحيوى فاعليته على بعض أنواع هذا الميكروب. وقد ظهرت خواص مشابهة فى العديد من البكتريا لعل اخطرها مقدرة الأنواع الجديدة من ميكروب السل (Mycobacterium tuberculosis) على مقاومة المضادات الحيوية التى تستعمل عادة فى علاج المصابين به. بل والأخطر من ذلك، أن هذه الكائنات البدائية يمكنها أن تلتقط اثناء تكاثرها اجزاء من شرائط ال د. ن. أ. الخاصة بالكائنات الأخرى فتكتسب خواصا مناسبة لتكاثرها (مثل مقاومة المضادات الحيوية). وقد امكن، كما ذكرنا من قبل، توليد بكتريا قادرة على صناعة الانسولين البشرى الذى يتسعمل الآن فى علاج مرض السكر بدلا من انسولين الخنازير.

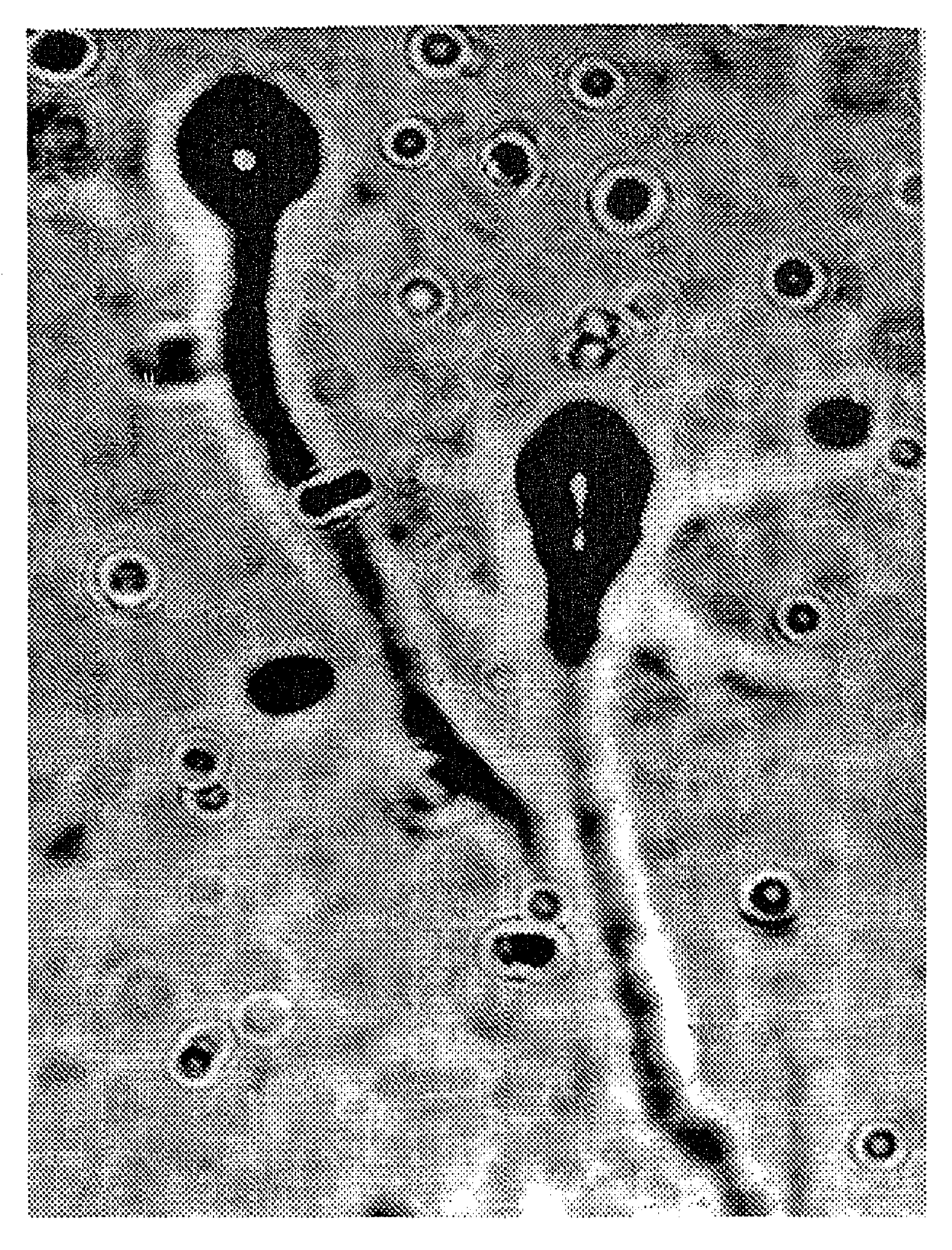
وتمثل التغيرات التلقائية فى الفيروسات عقبة أساسية أمام مقاومتها. فأغلبها يغير طبيعته عاما بعد عام مما يجعل التطعيم ضدها عملية صعبة وغير مجدية. وأشهر مثال لذلك هو فيروس الانفلونزا الذى تضطر مصانع الفاكسينات المضادة له، إلى تغيير انتاجها كل عام ليناسب الفيروسات الجديدة. وقد تمثل هذه الظاهرة ايضا عقبة أساسية فى امكانيات التطعيم ضد الإيدز.

أما فى النباتات الراقية، فإن التكاثر يكون عادة **تكاثراً جنسيا** : ويحدث هذا التكاثر بأن تصل حبوب اللقاح إلى فتحة المبيض وتصل إلى البويضة، ثم تتحد المادة الوراثية لحبوب اللقاح مع مثيلتهافى البويضة لتتكون البذرة داخل الثمرة. وتحتوى كل من حبوب اللقاح والبويضة على نصف عدد الكروموسومات الموجودة فى خلايا النبات. وعندما يحدث التلقيح يكتمل العدد وتتحدد الخواص الوارثية طبقا لقوانين مندل.

ويحقق هذا التكاثر الجنسى للنبات فرصة اختلاط الأنواع وتكوين نسل يختلف عن بعضه البعض بما يسمح لآليات التطور بالعمل. ولكن هذا النوع من التكاثر يفرض ضرورات جديدة اذ لابد أن تنتقل حبوب اللقاح من زهرة الى أخرى. ولتحقيق هذا الغرض اكتسبت اغلب النباتات خواصا معينة، منها اغراء الحشرات والطيور باللون والرائحة والرحيق للوقوف على الزهرة وحمل حبوب اللقاح على جسمها من زهرة إلى أخرى. وفى بعض أنواع النباتات التى أثر الإنسان فى خواصها الوراثية يحتاج الأمر إلى تدخل الإنسان لاتمام اللقاح ، كما يحدث فى نخل البلح.

أما فى المملكة الحيوانية فإن ***التكاثر يحدث بالاتصال الجنسى.*** وذلك بوصول الحيوانات المنوية من الذكر إلى مهبل الانثى، ثم عنق الرحم، ثم الرحم، إلى أن يصل إلى البويضة فيلقحها. وتنتج الأنثى عادة بويضة واحدة كل فترة معينة، وهى كل شهر فى الإنسان وكل ستة اشهر فى الكلاب. أما الذكر فإنه ينتج ملايين من الحيوانات المنوية تصل فى الإنسان إلى حوالى ٨٠ مليون فى السنتيمتر المكعب من السائل المنوى، ويحمل نصفها كروموسوم "X" الخاص بالأناث ونصفها الآخر كروموسوم "Y" الذى ينتج ذكورا. ويصل حيوان منوى واحد إلى البويضة فإذا وجد الفرصة الملائمة فيلقحها. ولما كان عدد الكروموسومات فى كل من البويضة والحيوان المنوى هو نصف عدد الكروموسومات الموجودة فى خلايا الجسم الأخرى، فإن التلقيح ينتج عنه اكتمال عدد الكروموسومات.

وتحاط عملية التلقيح فى الحيوانات الراقية بالعديد من الضمانات لتأكيد احتفاظ النوع بمميزاته وتحسينها إن أمكن. ففى كثير من الانواع يتصارع الذكور صراعا عنيفا على الاناث وتكون الغلبة طبعا للأقوى. ولعل هذا هو السبب الأساسى فى نمو القرون لذكور الوعول لتساعد على اكتساب المعارك القاسية التى يجتازها الذكور للحصول على الأناث، ولعل هذا هو السبب أيضا فى ظهور معرفة ذكور الأسود لحماية الرقبة من أنياب الذكور المنافسة. وفى الذئاب



الحيوانات المنوية البشرية

والكلاب يظل الذكر ملتصقاً بمهبل الانثى بعد العملية الجنسية لفترة معينة ليعطي وقتا لتلقيح البويضة لضمان عدم خلط حيوانات الذكر المنوية بحيوانات الذكر المنوية من قد يتلوه من الذكور. وتكتسب الذكور من الطيور الوانا رائعة الجمال لاكتساب رضاء الاناث وفي كثير من الأنواع يمارس ذكور الأسماك والطيور (وأحيانا الاناث أيضا) رقصات معقدة للدعوة للجنس.

ولعل فيما يحدث الآن أمام أعيننا في غرب أفريقيا مثالا واضحا لعمل آليات التطور خلال التكاثر:

فكما اوضحنا من قبل ، فأنه أحيانا يصيب خطأ ما الشريط الوراثي الخاص بصناعة الهيموجلوبين (المادة الحمراء الموجودة في كرويات الدم والمسئولة عن نقل الاكسيجين من الرئتين إلى باقي الجسم) ويؤدي هذا الخطأ إلى تغير أحد آلاف الجزيئات المكونة للهيموجلوبين (من الاحماض الامينية) وينتج عن ذلك نوع من كرويات الدم يختلف عن النوع العادي الموجود في الإنسان الطبيعي، ويرث الأبناء عن الآباء هذا الخطأ بصورة تعتمد على وجود الخطأ في الأب أو الأم فقط أو فيهما معا. وبينما يشكل هذا الهيموجلوبين عيبا في كرويات الدم إذ يغير خواصها، فإنه في نفس الوقت يعطي صاحبه مناعة نسبية ضد مرض الملاريا.

وفي نيجيريا مثلا حيث عمل كاتب هذه السطور لمدة سنتين، يحمل حوالي ٣٠٪ من السكان هذا النوع من الهيموجلوبين. وفي دراسة على السيدات الحوامل وجد أن نسبة الحوامل الحاملات لهذا الهيموجلوبين هي ٣٠٪ كباقي اهل البلد. ولكن، مع تقدم اشهر الحمل، فإن العديد ممن لا يحملن هذا الهيموجلوبين يصبن بالملاريا ويفقدن حملهن. وهكذا، وتدريجيا ومع تقدم اشهر الحمل، ترتفع نسبة المصابات بهيموجلوبين S حتى تصل إلى ما يقرب من ٥٠٪ وترتفع بالتالي نسبة المواليد المصابين بهذا الهيموجلوبين مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة المصابين به بين الأهالي.

هكذا يلعب التكاثر دوراً أساسياً في آليات التطور.

٩ - تشابهات واختلافات

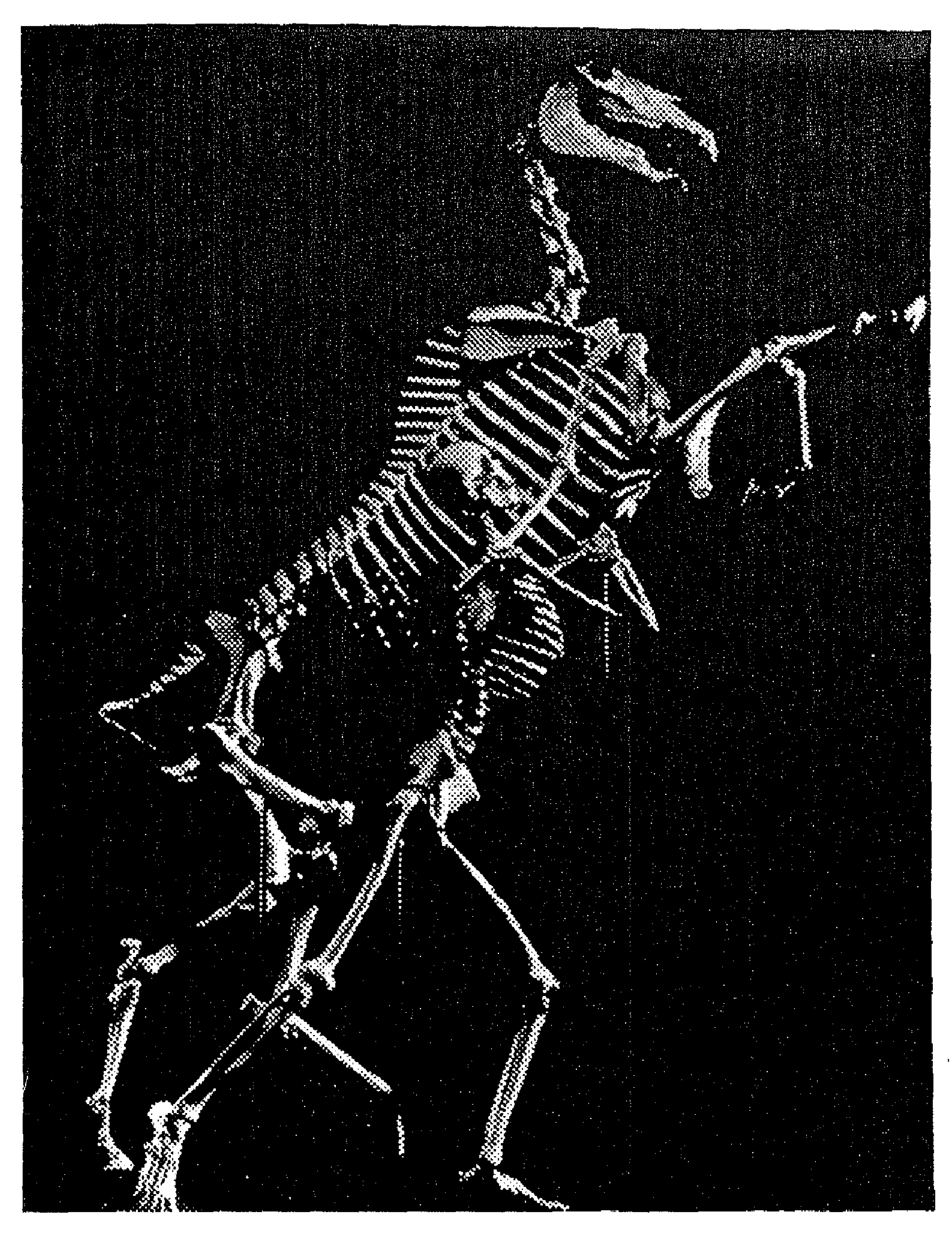
لم يكن داروين، رغم دأبه وعمله المثابر لمدة عشرين عاما، يعلم مدى عمق واهمية ما اكتشفه. فلم تكن المعرفة العلمية قد وصلت ذلك وقت إلى مايسمح بذلك. ولكننا نستطيع الآن أن نرى الصورة بوضوح وأن نتعجب لجمال التفاصيل.

فقد اخذ العلم الحديث من التطور الكثير، واخذ التطور من العلم الحديث الكثير ايضا. يكفى أن نتذكر تطابق الشريط الوراثى لكل الكائنات الحية فى الخواص الأساسية وفى طريقة التكاثر بالانشقاق. وأن كل التغيرات التى حدثت فى هذه الكائنات كانت عن طريق تعديلات واضافات تدريجية فى الشريط. ويكفى أن نتذكر أن الاميبا المتواضعة والشجرة الباسقة قادران بجهاز متطابق على قراءة الشريط الوراثى للإنسان.

ولكن التشابهات والاختلافات تذهب إلى افاق أخرى واسعة يجب أن نتذكرها:

ففى مجال التشريح نجد أن كل عظمة فى الأسد وفى الحصان موجود مثيل لها فى الإنسان وفى الفئران والقطط والكلاب. وبهذا، وبهذا فقط، نستطيع أن نفهم سبب وجود هذا الجزء الدقيق عديم الوظيفة المتبقى من الذيل والموجود اسفل العمود الفقرى للإنسان. وبهذا، وبهذا فقط، نستطيع أن نفهم سر وجود هذه العظام الموجودة فى الثعبان وفى الحوت والتى تمثل «بقايا» الاذرع والاقدام.

ويمتد الشبه إلى كل الفقريات. وقد يتساءل القارىء بعد زيارة لحديقة الحيوان «لماذا تثنى النعامة ركبتها إلى الأمام؟» سيدى الفاضل. هذه ليست «ركبة» النعامة، إن المفصل الذى تراه هو رسغ النعامة (مفصل القدم)ankle وما تفترض أنه الساق هو عظام القدم. . بل أن التشابه، بل التطابق، يصل إلى أدق الاشياء. فالتركيب الكيميائى لعظام الإنسان Hydroxy apatite



الهيكل العظمى للرجل والحصان

مطابق للتركيب الكيميائى لعظام الفأر والوطواط والضفدعة. فالطبيعة لا تنسى ما حققته بالانتخاب الطبيعى وإنما تضيف إليه وتحسنه.

ولعل مجال ما اطلق عليه اسم «علم الكيمياء الحيوية المقارن Comparative biochemistry هو اكثر المجالات ابهارا بما يمكن أن يفعله التطور فى مدى أربعة آلاف مليون عام. وليسمح القارىء ببعض الاستطراد فى سرد بعض الامثلة الخلابة:

يحتوى جسم الإنسان العادى (٦٠ -٧٠ كجم) على حوالى ٤٥ لتر من الماء، منها ٣٠ لتر موجودة داخل خلاياه الحية Intracellular ، و١٥ لتر موجودة خارج هذه الخلايا Extracellular (مصل الدم مثلا). وتحمل هذه المياه كميات متباينة من العناصر والجزيئات المختلفة التى تتأين فتفقد أو تكتسب عددا من الالكترونات تكسبها شحنة كهربائية، ويطلق عليها لذلك اسم كهربائيات Electrolytes. واهم هذه العناصر والجزيئات هى الصوديم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلور والفوسفات والكربونات. هذا سهل وواضح وغير مبهر. ولكن: يختلف تركيز هذه العناصر فى السائل الموجود «داخل الخلايا» اختلافا كليا عن تركيزها فى السائل الموجود خارج الخلايا. فالسائل الموجود داخل الخلايا (كل الخلايا الحية) غنى بالبوتاسيوم والفوسفات. والسائل الموجود خارج الخلايا غنى بالصوديوم والكلوريد والكاربونات. وهنا تبدأ الصورة فى الوضوح: فالحيوان البدائى الذى يعيش فى البحار لايحتاج إلى «سائل خارج الخلايا»، فمياه البحار توفر له البيئة الملائمة لمعيشته وليست به بالتالى إلا «السائل داخل الخلايا» (الغنى بالبوتاسيوم والفوسفور). ولكن، عند خروج الاحياء من مياه المحيطات إلى سطح الأرض، فيما اطلق عليه الجيولوجيون اسم «الانفجار الكامبرى» Cambrian explosion، احتاجت الكائنات إلى ما يماثل مياه البحار ليحيط بخلاياها، ومن هنا كان السائل خارج الخلايا الذى يشابه فى تركيبه مياه البحار والذى اسماه كلود برنار Claude Bernard، عالم الفسيولوجيا المشهور، «البيئة الداخلية» Milieu interieur. ويزيد الصورة ابهارا أن تركيب «السائل خارج الخلايا» يختلف

في بعض التفاصيل عن تركيب مياه المحيطات الآن. فكمية الصوديوم والمغنيسيوم في مياه البحار اكثر من مثيلتها في مصل الدم في الإنسان. ولكن، وهنا المفجأة: **يطابق تركيب مصل الدم في الإنسان الآن ما كانت عليه مياه البحار منذ الفي مليون سنة** أى أن المملكة الحيوانية باكملها تحتوى حتى الآن على «حفرية» لمياه البحار من العصر الكامبرى!!!

اتريد المزيد ايها القارىء العزيز؟ إليك بعض الاختلافات.

ينتهي ايض (تمثيل) كل المواد البروتينية إلى مادة الأمونيا Ammonia (النشادر) ـ التي تستمد اسمها من اسم آمون وكانت تستعمل في «إحياء» المغمى عليهم ـ وبالنسبة للحيوانات البدائية التي تعيش في المياه فالتخلص من هذه المادة عملية سهلة وبسيطة. أما بالنسبة للحيوانات التي تعيش على سطح الأرض فإن التخلص من الأمونيا ـ وهي مادة شديدة السمية ـ مشكلة لابد من حلها قبل غزو الأرض. ولذا، فقد اضيف إلى وظائف الكبد في الحيوانات الراقية وظيفة أخرى هي تحويل الأمونيا إلى مادة أخرى عديمة السمية أطلاقا وهي البولينا Urea (مريض البولينا لايموت من البولينا وإنما من تراكم مواد أخرى لفشل الكلى).

اتريد المزيد ايها القارىء العزيز؟ تعيش بعض الحيوانات (مثل الزواحف والطيور) في مرحلة داخل بيضة صلبة، فإذا تراكمت البولينا داخل البيضة خلال فترة الحضانة، فإنها رغم انعدام سميتها، تؤثر في الخواص الفيزيائية للسوائل الموجودة بالبيضة (الضغط الاوزموسي .. إلخ) ولذلك، فإن الطيور والزواحف، لا تحول الأمونيا إلى بولينا، إنما تحولها إلى حمض البوليك Uric acid (وهو مادة شحيحة الذوبان في الماء) يترسب عند تكوينه في جنب البيضة دون أن يؤثر في السوائل المحيطة بالجنين.

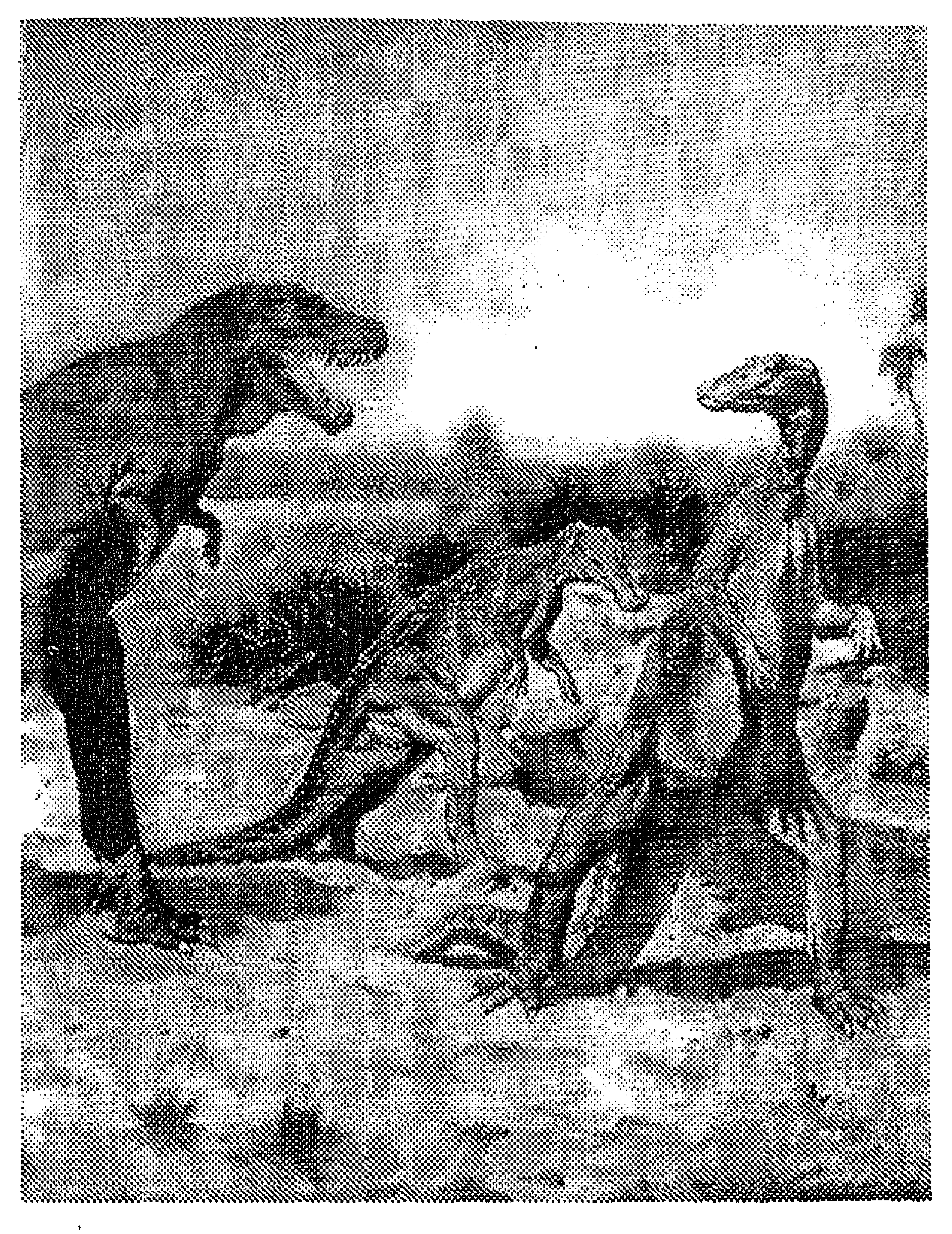
هذه الظواهر، التي تطلبت آلالاف من التعديلات، دفعت هومر سميث Homer W. Smith ، أحد كبار علماء الكلى، إلى نشر كتاب باسم «من السمكة إلى الفيلسوف From fish to philosopher اثبت فيه أن تطور السمكة إلى الإنسان كان من أهم أسلحة هذه العمليات الكيميائية وما صاحبها من تطور في جهاز الكلى.

١٠ - الديناصورات

لو علمنا أطفالنا بدلا من النصوص التى يرددونها كالببغاء، أن يحبوا الورد والفل، وأن يهتموا بالطيوروالأسماك ، وأن ينشغلوا بمستقبل الحيتان والدرافيل، لما تحول هؤلاء الأطفال فى الكبر إلى وحوش يحملون السنج والجنازير والقنابل لقتل بعضهم البعض وللاعتداء على الأبرياء والنساء والاطفال والشيوخ. وأكثر الفضائل الإنسانية الثابتة التى تنص عليها الأديان والتى تتبناها الاخلاقيات والسلوكيات الطيبة تنبع من مصدر واحد فطر عليه الإنسان وهو «حب الحياة». قد يضيق هذا الحب أحياناً حتى يشمل الإنسان الفرد نفسه، وقد يتسع ويتعمق حتى يشمل الأسرة فالوطن والجنس البشرى بأكمله، ثم يبلغ أقصى درجاته بأن يصل إلى حب عميق لأغلب أوجه الحياة على الأرض.

وقد علمنا داروين أن الحياة على سطح الأرض متغيرة، وأن العديد منها يظهر ثم يختفى، ونحن نعلم الآن أنه يختفى كل يوم مابين ٤٠ و ١٤٠ نوعا من الأحياء. ونحن نعلم أيضاً أن هناك حيوانات اختفت امام أعيننا ومنها طائر الدودو ,dodo ونعلم أن هناك حيوانات مهددة بالانقراض منها الخرتيت والباندا والنمر الابيض. ولعل قصة اختفاء الديناصورات هى اكثر قصص علم الاحياء إثارة للفضول والمحاولة التفهم.

تعتبر الحقبة التى مربها كوكب الارض، والتى بدأت منذ حوالى مائتى مليون سنة، وانتهت منذ حوالى خمسة وستين مليون سنة، من اكثر الفترات إثارة لفكر وخيال الإنسان، فقد ساد الكوكب خلال هذه الفترة، ولمدة تقرب من مائة واربعين مليون عام، مجموعة من الزواحف الضخمة تدعى



تصـور فـنان لتنيـرانـوسـورس ركس

«الديناصورات» Dinosaurs.

وكلمة «ديناصور» تتكون فى أصلها اليونانى من مقطعين، وهى تعنى «السحلية المخيفة» وتتكون مجموعة الديناصورات من زواحف شديدة الضخامة، عاش بعضها على الأرض، وبعضها عاد إلى مياه البحار وعاش بها، وبعضها تحورت اطرافه الأمامية الى اجنحة وطار فى الجو وكون فيما بعد تلك المجموعة من المملكة الحيوانية التى نطلق عليها الآن اسم «الطيور».

ومن الغريب أن العودة للمياه، تيار يتكرر دائما فى المملكة الحيوانية. فبعد عودة بعض الديناصورات إلى المحيط، وبعد نشوء الثدييات، انفصلت مجموعة من الثدييات عادت هى الأخرى إلى مياه المحيطات لتفقد أقدامها واذراعها تقريبا وتتحول إلى حيتان ودرافيل وسباع البحر.

كان من الديناصوات من يأكل الأعشاب Herbivorous، وكان منها من يعيش على اللحوم Carnivorous، وكان النوع الثانى يعتمد فى غذائه طبعا على النوع الأول.

وقد أكثر مخرجو السينما من أنتاج افلام تصور صراعا بين الإنسان والديناصورات، ولكن الحقيقة أن ستين مليون عام قد مرت بعد أنتهاء عصر الديناصوات قبل أن يظهر جدود الإنسان منذ حوالى خمسة ملايين سنة.

كان أكبر الديناصورات آكله اللحوم من نوع يدعى تيرانوصورس ركس Tyrannosaurus rex، وقد اكتشف فى عام ١٩٨٨ فى جبال مونتانا فى الغرب الأمريكى هيكل عظمى كامل تقريبا لاحداها، وقد بلغ طول هذا الحيوان حوالى خمسة عشر مترا، وقدر وزنه بحوالى سبعة أطنان. وظهر من دراسة عظام هذا الكائن أنه كان يقف على أقدامه الخلفية وقدرت سرعته عند الجرى بحوالى ٦٠ كليو متر فى الساعة.

شغلت ظاهرة اختفاء الديناصورات أفكار الباحثين والعلماء. فبعد أن سادت هذه المجموعة الكوكب لمدة مائة وأربعين مليون عام اختفت فجأة ولم يبق منها على حاله إلا بعض أمثال قليلة مثل التماسيح والاليجاتور. وهناك عدة نظريات لتفسير هذه الظاهرة، اهمها نظرية تفترض سقوط نيزك ضخم

على سطح الأرض أدى إلى اثارة سحب من التراب والبخار، وظلام الكوكب وبرودته لقرون عديدة، لم تتحملها هذه الحيوانات باردة الدم. وعلى كل حال فبعد أن سادت هذه المجموعة الأرض لمدة مائة وأربعين مليون سنة اختفت لتحل محلها في سيادة الأرض مجموعة من الحيوانات بدأت بحيوان صغير شبيه بالفأر الصغير shrew، دافىء الدم ويعيش على الحشرات، وكان هذا الحيوان من أوائل الحيوانات الثديية.

١١ - مهد الإنسانية

يتربع الجنس البشرى Homo sapiens, sapiens على قمة أحد أفرع شجرة المملكة الحيوانية. وكل خلية فى جسده مزدوة بشريط معلومات وراثى يحتوى على أربعة آلاف مليون معلومة (أو Bit حسب لغة الكمبيوتر - الفيروس ١٠,٠٠٠ معلومة) تراكمت بالانتخاب الطبيعى خلال ما يقرب من أربعة آلاف مليون سنة، هى عمر الحياة على كوكب الأرض. ورغم أن هذا الشريط لا يختلف عن مثيله فى أبناء العمومة من القردة الكبيرة (الشمبانزى والغوريلا والاورنج اوتان) إلا بمقدار ٢٪، فإن هذه النسبة الضئيلة قد تركز مفعولها أساساً فى المخ، حيث اضيف مخزن أضافى كهروكيميائى للمعلومات يمكن أن تصل سعته إلى ١٠ تريليون معلومة.

خلال عمر الحياة على سطح الأرض ظهرت واختفت ملايين الأنواع من الحيوانات: ظهرت الفيروسات، ثم الحيوانات وحيدة الخلية، ثم الجوف معويات، والرخويات، ثم ظهرت بعض الحيوانات الفقرية البدائية (مثل اللامبرى والامفيوكسس) ثم ظهرت الحيوانات ذات الفقرات الغضروفية (مثل القرش والمانتا) ثم الأسماك العظمية فالبرمائيات (مثل الضفادع) التى خرجت بالحياة من مياه البرك والمحيطات إلى سطح الأرض. ثم ظهرت الثدييات التى تطور بعض منها إلى الحيوانات الرئيسية Primates (كالليمور والقردة والغوريلا).

ومنذ حوالى ثمانية ملايين سنة ظهر فى غابات أفريقيا الجميلة الغنية نوع من هذه الحيوانات الرئيسية يمشى على قدميه ويستعمل يديه فى أغراض

أخرى. وسميت هذه المجموعة عند اكتشاف حفرياتها نظراً لهذه الخاصية (ولغيرها) باسم «شبيه الإنسان» (هومينيد Hominid) وكان أقدم ما اكتشفت منها هياكل لكائنات أطلق عليها اسم «قردة الجنوب» Australopethicus عرف منها ثلاثة أنواع: A. Afarensis. A. Af-ricans, A. Robustus اختفي وأندثر نوعان منها وتطور من النوع الثالث A. Afarensis، نوع من الأحياء أقرب شبهاً بالإنسان وقادر على استعمال يديه بذكاء، سمي «هومو هابيليس» Homo habilis.

وتطور من الهومو هابيليس منذ حوالي مليوني عام نوع آخر من الأحياء معتدل القامة سمي «هومو اريكتس» Homo erectus تكاثر، وهاجر إلى كافة أرجاء المعمورة، ووجدت له آلاف من الحفريات واكتشفت جماجمه في الصين والجزائر وأندونيسيا وأوروبا. ويجمع العلماء على أنه قبل هجرة الاريكتس إلى رأجاء المعمورة كان وجود أجداد الجنس البشرى مقصوراً على افريقيا الجميلة العظيمة التى اطلقوا عليها اسم مهد الجنس البشرى» The Cradle of Humanity .

وكما ذكرنا من قبل، فإن العلماء يحاولون تبسيط مسائل الزمن باختصار ملايين السنين إلى فترة محددة صغيرة. ولقد سبق لنا اختصار تاريخ الكون بأكمله إلى سنة، وسنحاول هنا اختصار تاريخ عمر الحياة على الأرض إلى سنة. فلو اختصرنا عمر الحياة على كوكب الأرض إلى عام واحد يمثل كل يوم فيه عشرة ملايين عام تقريبا، فإن الهومينيد تكون قد ظهرت صباح اليوم الاخير من هذا العام، والاريكتس ظهر حوالى الساعة التاسعة مساء نفس هذا اليوم. أما جنسنا البشرى (هومو سابينس) فقد ظهر قبل منتصف ليل اليوم الاخير بنصف ساعة تقريبا. أما كل من نعرفه من التاريخ من شعراء وأدباء وكتاب وملوك وقادة فلا يشغلوا إلا الثوانى الاخيرة من العام (١٠ آلاف سنة).

تمكن العلماء من تقديم صورة شبه كاملة عن تطور الإنسان إلى شكله

الحالى. وكانت اسلحتهم الرئيسية فى دراساتهم هى:

أولاً: دراسة الحفريات. وتتكون الحفريات أساساً من عظام أو بقايا عضوية ترسبت فيها على مدى السنين أملاح السيليكا ولكنها احتفظت بشكلها الأصلى (مثل الغابة المتحجرة فى وادى حوف فى مصر). كما تتكون ايضا من الآلات التى كان يستعملها الإنسان، ومن بقاياه فى اماكن معيشته المختلفة، ومن آثار اقدامه... الخ. ويمكن باستعمال القياسات الذرية تحديد عمر الحفريات بدقة معقولة، ويمكن ايضا بدراسة الحفريات العظمية استنتاج اشياء عديدة هامة: فدراسة الأسنان تعطى كنزا من المعلومات عن حياة صاحبها، ودراسة قاع الجمجمة يمكن أن تحدد مقدرة الكائن على الكلام (انظر بعده). وقد تم حتى الآن الكشف عن آلاف الحفريات العظمية من الجذور الأولى للإنسانية التى درست وحفظت بعناية.

ثانيا: بدراسة الشريط الوراثى (D.N.A.) الموجود داخل الخلايا ومراجعة تركيبه ومقارنته يمكن معرفة الكثير عن التاريخ الوراثى للكائن الحى. فخلال سنين التطور تتراكم اخطاء على الشريط وتبقى فى مكانها عليه ويمكن بدراستها تحديد خط التطور.

أهم خاصية تتمتع بها مجموعة حيوانات الهومينيد هو استعملها للقدمين فى المشى (باستمرار وليس مؤقتا مثل بعض الحيوانات الأخرى) وتحرير اليدين. وقد انتقل هذا الأسلوب فى الحياة باصحابه إلى نوعية أخرى من المعيشة. فقد نتج عن تحرير اليدين سلسلة من المردودات انتقلت ببعض هذه الكائنات إلى البشرية كما نعرفها الآن ومنها:

- أدى تحرير اليدين إلى أمكان استعملهما فى جمع الغذاء والصيد وحمل افراد الأسرة وبذلك نشأ مجتمع «القنص والجمع» Hunter-gatherer الذى يقوم فيه الرجال بدور الصيد وتقوم فيه الاناث بدور جمع الاغذية النباتيه، وهو أسلوب المعيشة الذى استمر ما يزيد عن مليونى سنة.

- ادى ذلك إلى تكوين الأسرة وتماسكها وساعد على ذلك اختلاف انثى

الإنسان عن غيرها من اناث الثدييات بقبولها الجنس فى أى وقت على عكس غيرها من الثدييات التى لا تقبل الجنس الاعند التبويض (احيانا مرة كل سته أشهر) وقد يكون مما ساعد على ذلك ايضا اختلاف اسلوب الممارسة الجنسية عن باقى الثدييات (وجها لوجه).

– امكن بذلك تحرير مقدرة المخ على النمو: فقناة الولادة الموجودة فى حوض انثى الفقريات تحدد حجم الرأس وبالتالى وزن المخ. ولكن أمكان حمل الغذاء باليدين وتكوين الأسرة حقق الظروف التى تمكن من اطالة فترة الحضانة ولمدة سنوات إلى أن يكتمل نمو المخ ليصل إلى وزن اكبر.

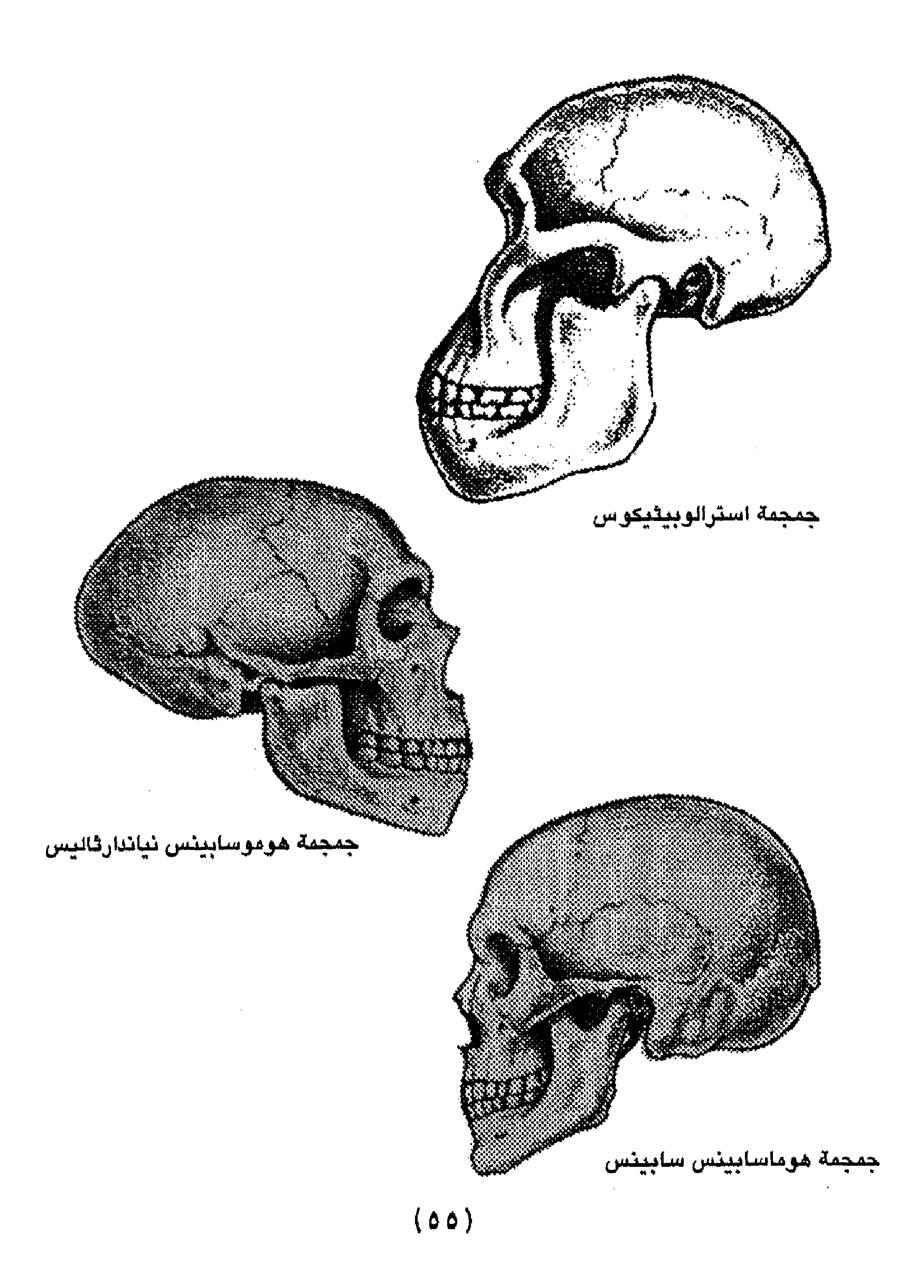
– بدأ استعمال اليدين فى صناعة «تكنولوجيا» للصيد وقطع الجلود وذلك بشطف الاحجار وتشكيلها بحيث تصبح أكثر كفاءة فى هذه العمليات. وقد ادى ذلك إلى أن يصبح «الذكاء» خاصية ايجابية تساعد على البقاء وتزداد وتتعمق بالانتخاب الطبيعى.

– امكن باستعمال الآلات استخراج اللحم من جثث الحيوانات الميتة أو المقتولة أو حتى صيد صغارها، ثم نقل لحمها إلى الأسرة وبذا امكن توفير نوعية من الغذاء اكثر ثراءا وكفاءة من الأغذية النباتية.

– استعملت اليدان فى الأشارة والاتصال. وكان اكتساب هذه المقدرة مع استعمال عضلات الوجه فى التعبير بداية للمقدرة على الاتصال التى تطورت بعد ذلك باستعمال اصوات الحنجرة إلى ظهور اللغة.

كان الإنسان ذو القامة المعتدلة «أركتس» أول من خرج من الهومينيد إلى خارج افريقيا منذ حوالى مليونى سنة، وانتشر فى كافة ارجاء المعمورة، وقد وجدت مئات من الحفريات التى تمثله: وجدت جماجمه فى الصين (فيما يطلق عليه اسم إنسان بكين) ووجدت فى اندونيسيا (إنسان جاوة) ووجدت فى كينيا والحبشة واوغندة والجزائر..

وكان من أكثر الاكتشافات اثارة، اكتشاف «صبى توركانا» الذى اكتشفه ريتشارد ليكى Richard Leakey قرب بحيرة تور كانا فى كينيا عام ١٩٨٤،



جمجمة استرالوبيثيكوس

جمجمة هوموسابينس نياندارثاليس

جمجمة هوماسابينس سابينس

وقد كانت عظام الصبى كاملة تقريبا وثبت منها أن الهومو ايريكتس كان طويل القامة (١٨٠سم تقريبا) على عكس ما تصوره البعض وكان عمره مليون وخمسمائة ألف سنة.

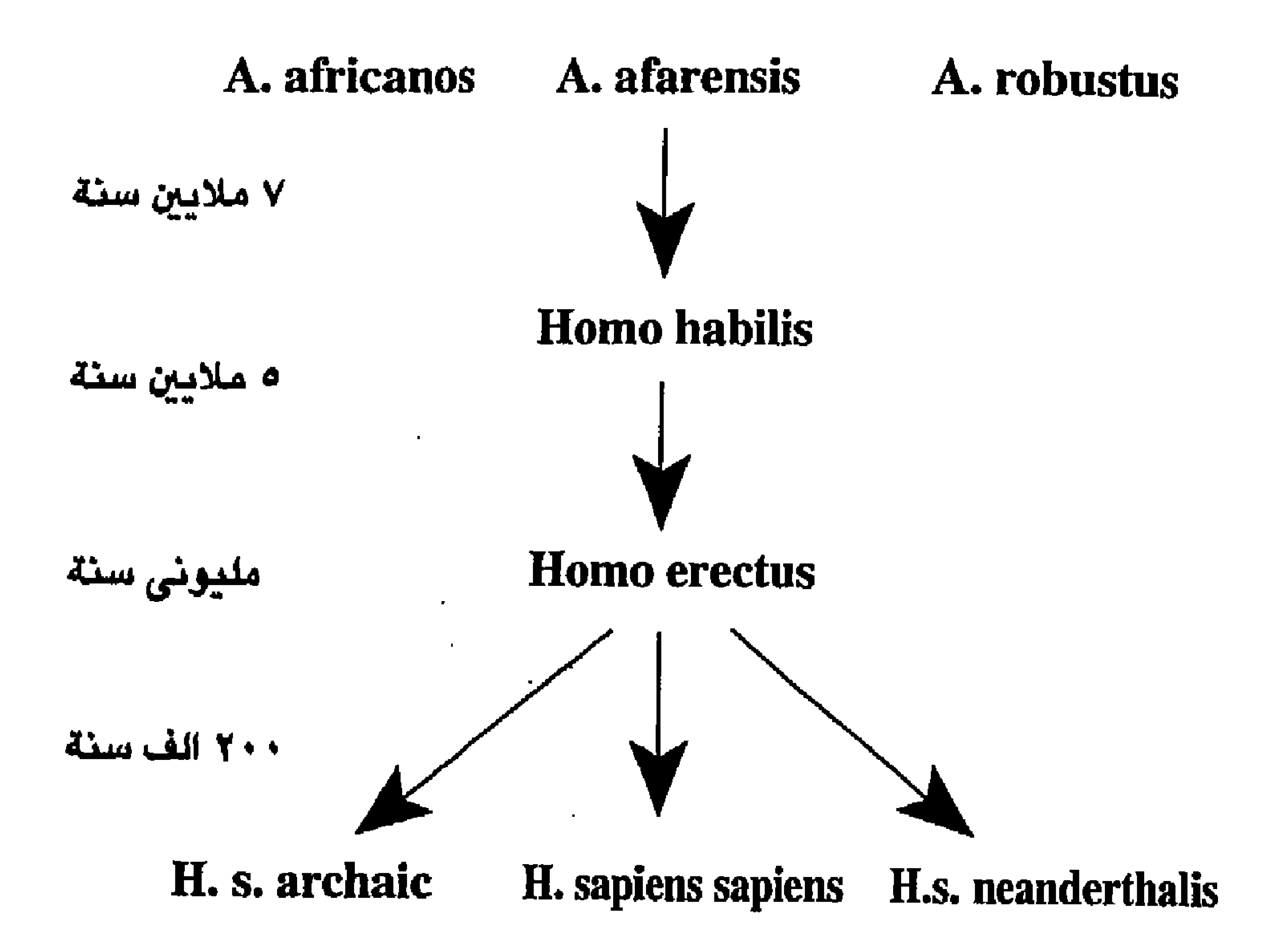
وقد تمكن هذا الإنسان من صنع الآلات الحجرية ومن استعمال النار واقام أو ل مجتمعات القنص والجمع Hunter - gatherer . ولا يختلف هذا الإنسان عن الجنس البشرى المعاصر الا بحجم المخ. ويمثل هذا الإنسان ما أطلق عليه اعداء نظرية التطور اسم «الحلقة المفقودة» وما زال البعض يصدعنا بهذه الحلقة حتى الآن.

وفجأة، ومنذ ما يقرب من مائتى ألف عام، اختفى الهومو اركتس تماما، وحل مكانه الجنس البشرى كما نعرفه الآن، الإنسان العاقل «هومو سابينس» Homo sapiensفى جميع أرجاء الكوكب. ظهر منه أولا الجنس البشرى البدائى Homo sapiens archaic ، وظهر نوع آخر فى أوروبا وجدت هياكل منه فى منطقة المانية تدعى نياندرتال Neanderthal وكان هذا الإنسان فيما يبدو أقل مهارة من الجنس البشرى المعاصر واطلق عليه اسم «هو مو سابينس نياندرتاليس» Homo sapiens ,neanderthalis. وظهر كذلك الإنسان المعاصر بكافة خواصه واطلق عليه اسم Homo sapiens, sapiens.

ويفرض الاختفاء السريع للاركتس وظهور السابينس مكانه معضلة للعلماء. والسؤال هو : هل خرج السابينس من أفريقيا وهاجر إلى ارجاء المعمورة وقضى على مجتمعات الاريكتس؟ أم هل تطور الاركتس فى كل منطقة على حدة إلى السابينس؟

وهناك ادلة وراثية على صحة الفرض الأول مستمدة من دراسة المادة الوراثية.

تلخيص مبسط لتاريخ الجنس البشرى



هذا هو الإنسان العظيم.

هذا هو وريث أربعة الأف مليون سنة من الانتخاب الطبيعى.

هذا هو ابن القارة العظيمة افريقيا، مهد الإنسانية وام الحضارات الرائعة بنين ومصر.

هذا هو نتاج هذا القارة التى نهبت مرات ومرات: مرة بخطف الايدى العاملة واستعبادها بوحشية للخدمة اللا إنسانية، ومرة بالاستعمار ومرة بالتدخل الاجرامى وخلق الصراعات فى انجولا وموزامبيق والصومال والسودان ورواندا والكونجو والشرق الأوسط، لنهب الثروات المحلية من الماس والبترول والذهب، ولتصدير السلاح والكوكا كولا والهمبورجر.

هذا هو المخلوق الرائع العظيم المهدد الآن بفساد البيئة الناتج عن التسابق المجنون على الثراء الفاحش والسلطة المجنونة.

وستستيقظ البشرية للتخلص من وحشية بعض ابنائها.

١٢ - كلام ... عن الكلام

ولكن، كيف نشأ الكلام؟

يختلف الجنس البشرى عن ارقى الحيوانات بحوالى ٢٪ من جيناته، وينبغى ألا ننظر إلى الاختلافات في الجينات نظرة كمية فقط، ففي اغلب هذه ال ٢٪ يكمن سر التفوق الشاسع للجنس البشرى على غيره من الحيوانات: اذ يتركز تأثير هذه الجينات في نمو ضخم للقشرة المخية، التي تضيف بدورها إلى مخازن المعلومات الموجودة في ال د.ن.ا. مخزنا آخر يمكن أن يتسع لحوالى عشرة تريليونات (واحد وإيمنه ١٣ صفر) معلومة Bit. ويختلف هذا المخزن عن مخازن ال د. ن. ا. في خاصيتين: فهو أولا يخزن المعلومات بطريقة كهروكيميائية Electro chemical على خلاف ال د.ن.ا. الذى يخزنها كيميائيا. وهو ثانيا يخرج إلى الحياة فارغا وتتولى الأسرة والبيئة المحيطة والقراءة والتعليم والتدريب توفير المعلومات التي يختزنها. ومن هنا يتضح أن الإنسان الذى لايتولى «رعاية» هذه المخازن ولا يملأها بالمعلومات المفيدة قد يفقد اغلب مبررات آدميته.

وتوجد بالمخ مراكز متخصصه لوظائف معينة، معدة بتوصيلاتها لأدائها. ومن اهم هذه المراكز وأكبرها مراكز اللغة ـ تفكيرا ونطقا وسمعا وتفهما. وتضع «اللغة» فارقا جوهريا بين الإنسان وغيره من الكائنات. فهى تصبح داخل المخ معادلا شخصيا للعالم المحيط، وهى إلى جانب ذلك، تمكن الإنسان من أن يكون له تاريخ وأن يكون له حاضر أن يخطط للمستقبل. وعلاوة على ذلك كله، فإن اللغة تعتبر وسيلة أساسية للتفكير خصوصا فيما يتعلق بالأفكار المجردة. ومن هنا فإن تخلف لغة ما عن مواكبة العصر تؤدى إلى تخلف

موازى فى الفكر. وبالإضافة طبعا إلى أن اللغة هى أهم وسائل الأتصال.

وقد حدثت قفزة كبيرة فى السنوات الأخيرة فى رسم خريطة للمخ البشري. كانت الوسيلة الوحيدة لاداء هذه المهمة فى الماضى هى بدراسة تشريح المخ بعد الوفاة وربط الملاحظات بالامراض السابقة. فهكذا اكتشف الجراح الفرنسى بروكا Paul Broca (١٨٢٤ - ١٨٨٠) مركز الكلام فى النصف الايسر من المخ فى اغلب البشر. ولكن الدراسات تتم الآن بحقن إنسان بأكسجين مشع، تم ادخال رأسه فى جهاز يحدد اماكن تركيز الأكسجين، وعندما يزداد النشاط فى مركز ما فإن ازدياد استهلاك الاكسجين يتضح على خريطة المخ. وتبدأ الدراسة بعمل خريطة للحالة «الخاملة» للمخ. ثم تعرض على شاشة كلمات يقرأها الإنسان موضوع التجربة صامتا، وتسجل حالة نشاط المخ، ثم يقرأها بصوت مرتفع وتسجل الحالة ايضا، ثم بعد ذلك يكلف بأن يربط فعلا ما بكل اسم يعرض عليه: فإذا عرض عليه كلمة «قلم» مثلا، قال «كتب» وخلال هذه العمليات يسجل الجهاز نشاطات المخ المختلفة. وهكذا أمكن معرفة الكثير عن وظائف المخ، وبذا أمكن تشخيص العديد من الامراض التى تصيب الإنسان بدقة، تمهيدا للعلاج.

وقد اهتم الإنسان منذ القدم بدراسة اللغة. وخلال القرن العشرين تركزت هذه الدراسات فى علوم اللغويات Linguistics حول بعض نواحى الكلام مثل الصوتيات Phonetics ومعانى المفرداتSemantics، وتركيب العبارات Syntax.

ففى مجال الصوتيات مثلا قسمت الحروف إلى حلقية ـ أى من الحلق (ح خ هـ) ـ ولسانية ـ أى من سقف الحلق (ر، ز، س، ش، ص) ـ وشفوية ـ أى من الشفاه (ب، ف، م،) وقد اتضح منذ بدء الدراسات أن بعض هذه الصوتيات قد يكون مرتبطا بمعنى معين. فحرف ال «م» مرتبط فى كل اللغات بالأم (أم، mother, mere, madre) وحرف الباء مرتبط بالأب (أب، father ،pere padre, {F=P}). وهناك زعم بأن حروف الجم "G" فى اللغات

الغربية يرتبط بالكبر والضخامة (big,great)، وهناك في كلاسيكيات اللغة العربية دراسات عن الحروف الحلقية (ق ، ع) وأن الكلمات التي تحتويها معا تختلف في معانيها حسب اسبقية ايهما للآخر.

وفي مجال المفردات، فإن هناك الآن دراسات عن تشويه بعض الحروف في الكلمات واختلاف ترتيب الحروف (أرانب – انارب، ملعقة – معلقة) وقد دلت هذه الدراسات على أن العديد من اللغات الاوروبية لها اصول سنسكرتية هاجرت إلى أوروبا مع هجرة الجنس الاندو آرى من شمال غربي الهند إلى أوروبا.

وبينما تبقى الصوتيات وتركيب الجمل تقريبا ثابتة على مدى السنين، فإن المفردات تتطوريوما بعد يوم وتتطبع بطباع اصحابها وتؤثر في حياتهم. فلغة الاسكيمو مثلا تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن الثلج. واللغة العربية تحتوى على كلمات عديدة التي تعبر عن الناقة وتختلف حسب حجم اللبن الذي تفرزه، كما تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن الأسد أو السيف، واللغة الانجليزية الحديثة تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن العمليات الدقيقة كاشفة لموضوع «الدقة»، منها مثلا: . Precise, accurate, .sensitive, specific, etc

وافتقار لغة ما إلى المفردات التي تعبر عن المعاني الحديثة أو توقفها عن النمو والتطور لابد أن يؤدى في النهاية إلى توقف الفكر عموما عن التقدم والتطور. ولذا، فقد كان أكبر اخطائنا في حق لغتنا هو عدم استعمالها في تدريس العلوم مما أغلق الباب أمام تطورها وتقدمها وكأننا فعلنا بلغتنا ما كان الصينيون القدماء يفعلونه باقدام بناتهم بوضعها في احذية من حديد.

أما عن **دراسة تكوين *العبارات* Syntax** فلعل اهم الدراسات في هذا المجال هي دراسات مدرسة ناعوم تشومسكي Noam Chomsky في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا .M. I. T.

ولقد قفزت مدرسة تشومسكي بعلوم اللغويات قفزة خطيرة لعب هو شخصياً دوراً كبيراً فيها. فهو إلى جانب تخصصه، عالم بالرياضيات

والفلسفة وعلم النفس وهو إلى جانب هذا كله إنسان مثقف صاحب مدرسة سياسية متميزة بالتعاطف مع بلاد الجنوب عموما (خصوصا مع القضية الفلسطينية) ويمهاجمة الرأسمالية الأمريكية المتوحشة.

وكان من أهم ما اضافته مدرسة تشومكسى للغويات فكرتين هامتين مبنيتين على دراسة واسعة للغات الجماعات المختلفة:

الأولى هى **الاجرومية الخلاقة** Generative grammar وبها اثبت تشومسكى (ما اثبتته دراسة خرائط المخ فيما بعد) أن الطفل يولد ومخه معد وراثيا لتكوين جمل صحيحة ذات معنى فى مرحلة مبكرة من عمره. فبمجرد تلقيه لبعض المفردات وبعض العبارات يصبح قادرا على تكوين ما لا نهاية له من الجمل صحيحة التركيب.

وتتم هذه العملية فى مرحلة مبكرة منذ العمر وتصبح هذه اللغة هى «اللغة الأم» . ولعل هذه الحقيقة العلمية توضح عبثية محاولة التخلص مما يطلق عليه اسم «اللغة العامية» بحجة أنها لغة منحطة وأنه ليس لها قواعد. فليست هناك لغة بلا قواعد. واللغة العامية هى ما يتحدث به وما سوف يتحدث به الشعب لعشرات من السنين المقبلة. فهى «اللغة الأم» التى يتعلمها أبناؤنا فى السنوات المبكرة فى مرحلة تكوين الاجرومية الخلاقة Generative grammar.

الثانية هى **الاجرومية العالمية** Universal grammar وبها أثبت تشومسكى أن الجنس البشرى بأكمله يتفاعل مع اللغة باجرومية متطابقة موروثة وينطبق هذا على القبائل البدائية التى لم تختلط بغيرها فى جنوب شرق آسيا وعلى لغة الإشارات للبكم، وعلى لغات أطفال العبيد المختطفين من جهات مختلفة من أفريقيا والذين يضطرون لاختراع لغة خاصة بهم (ومنها Pidgin English and Creole)، فكل هؤلاء يصنعون جملهم بطريقة متشابهة تطوع وتخضع جزئياً للظروف المحيطة.

ولكن متى نطق الإنسان بالكلام؟

والإجابة عن سؤال متى تعلم الإسنان الكتابة سهلة، فأقدم الكتابات

عمرها حوالي عشرة آلاف سنة. أما الإجابة على سؤال متى تكلم الإنسان فهى عملية في منتهى الصعوبة ــ فلا توجد «حفريات كلامية» يمكن بها تحديد بدء تطور هذه المقدرة.

ومراكز اللغة موجود أهمها تحت بروز في النصف الأيسر من المخ : (منطقة بروكا) وقد وجدت علامات في جماجم الهومو هابيلس (الذى سبق الهومو اركتس) تثبت وجود هذه المنطقة في مخ هذه الكائنات مما يشير إلى نشأة المقدرة على الكلام قبل أكثر من مليوني عام.

ولكن اللغة تتطلب، إلى جانب مراكز المخ، تشكيلاً معيناً للحنجرة يؤدى إلى إنخفاض مستوى الحبال الصوتية، وهى خاصية موجودة فى الإنسان فقط. وصعوبة دراسة تاريخ بدء هذه الظاهرة واضحة : فليست هناك أى حفريات تحدد مكان الحبال الصوتية وتاريخ اكتسابها لموضعها الحالي اللازم للكلام. وقد حل علماء التشريح المقارن Comparative anatomy هذا اللغز، فقد أكتشفوا أن تغيير موقع الحنجرة يصحبه تغيير في شكل ثقب قاع الجمجمه Foramen magnum وثبت بذلك أن الكلام خاصية لم يكتمل نموها إلا بظهور الهومو سابينس، بل ثبت أن الهومو سابينس نياندرتاليس كان يفتقد هذه المقدرة.

ويبدو من هذه الدراسات أن «اللغة» عملية معقدة سبقها ما يمكن أن يكون وجود مراكز «تقييم» داخل المخ للبيئة المحيطة ومن الممكن أن يكون مركز بروكا (الموجود فى الهوموسابيبيس) مسئول عن هذه العملية. وقد تكون المرحلة الثانية فى تطور المقدرة على الكلام هى مرحلة «الاشارات» الأكثر تعقيدا باليد والوجه والتى قد يصحبها بعض الاصوات (لبعض القردة الصغيرة صيحات ثلاث مختلفة ينبه احدها إلى وجود ثعبان والآخر إلى وجود نسر طائر والثالث إلى وجود نمر يقترب، وكل منها تتطلب من باقي القرود اجراءات مختلفة).

وتلت مرحلة الاشارات والاصوات مرحلة الكلام التى تطلبت كما اوضحنا من قبل موقعا معينا للحنجرة لم يكتمل إلى بظهور الهوموسابينس سابينس Homo sapiens, sapiens .

١٣ - خاتمة

كان علم البيولوچيا قبل رحلة البيجل سداحاً مداحاً مباحاً لكل مغامر وأفاق. وكان يقتصر على الوصف الخارجي للمخلوقات مع اضافة الكثير من التوابل الخرافية. فكانت هناك مخلوقات برؤس متعددة وطيور باربعة ارجل وتنينات تخرج من فمها النيران. وكان يمارس هدا العلم فى الكثير من الأحيان امراء وملوك هواة يلهون به ليملأوا فراغ حياتهم وليضيفوا مجموعاتهم ومذاكرتهم إلى ما يجمعوه من مهرجى البلاط وعازفى الموسيقى. وبلغت بهم الجرأة فى تحدى الحقيقة أن زعم احدهم أنه اثبت أن طيور الاوز المهاجر تنمو على الأشجار فى مناطق بعيدة.

هكذا كان علم البيولوچيا قبل رحلة البيجل.

وبعد رحلة البيجل تأصل العلم ووضع على قواعده الثابته، وربطت المعرفة بين أشكال الحياة المختلفة، واخذت النظرية من العلم ادلة جديدة، واخذ العلم من النظرية توجها سليما، ونمت شجرة المعرفة واثمرت كل ما نراه من تكنولوچيات متقدمة من زراعة الأعضاء إلى عمليات القلب المفتوح إلى دراسات البيئة إلى الهندسة الوراثية.

فكل مريض تجرى له عملية فى القلب مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض يتعاطى انسولين بشرى لعلاج السكر مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض يتعاطىٰ انترفيرون مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض تنقل له كلى أو كبد أو قلب أو رئة مدين لرحلة البيجل...

وهكذا يكون حب الإنسانية والتفانى فى خدمتها.

أهم المراجع

The Origin of Species, Charles Darwin, Jan. 1872 Reprinted by Mentor 1958.

From Fish to Philosopher, Homer W. Smith, Ciba Edition, 1959.

Life Nature Library: Evolution, Time - Life International (Nederland) N. V. 1984.

Cosmos, Carl Sagan, Random House, New York 1980.

Origins Reconsidered, Richard Leakey and Roger Lewin, Anchor Books Doubleday, New York 1992.

The Unnatural Nature of Science, Lewis Wolpert, faber and faber, London

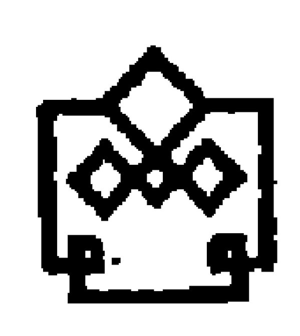
Boston, 1993.

عصر العلم - سمير حنا صادق. الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٢.

The Language Instinct, Steven Pinker, Penguin Books, 1995.

رحيق السنين - سمير حنا صادق. كتاب الأمالي، يناير ١٩٩٦.

فهـــرس



المركز المصرى العربى ٠٥٨١٥٦٠٧

رقم الإيداع
٢٢٠٢ / ٩٧

الترقيم الدولى
977 - 235 - 756 - 9

الكاتب
فى سطور

- أ.د. سمير حنا صادق
- الرئيس الأسبق لأقسام التحاليل الطبية بكلية طب جامعة عين شمس.
- نائب رئيس الجمعية المصرية للطب المعملى.
- عضو لجنة الثقافة العلمية بالمجلس الأعلي للثقافة.
- فاز كتابه «عصر العلم» بجائزة أحسن كتاب عن العلم في المعرض السنوى للكتاب في اليوبيل الفضي للهيئة المصرية العامة للكتاب.



ostx.
1.09
125
C.3